

Curso de diseño de circuitos impresos

Procedimientos
Generales y
metodología

Preparado por:
• Diego Brengi

Versión
31/05/2018

EL PUESTO DE TRABAJO

Proceso de diseño de un PCB - Puesto de trabajo



https://lh3.googleusercontent.com/-jkRH3J4fmb8/TYlkjzCipKI/AAAAAAAAAC7k/b-2zLc_qPeQ/s1600/work+from+home.jpg

**FUENTES DE
DISTRACCION
Y ERRORES!**



<http://www.securitronlinux.com/wp-content/uploads/2012/12/messy-desk.jpg>

Proceso de diseño de un PCB - Puesto de trabajo

Nuestro puesto de trabajo debe facilitarnos la tarea y permitirnos lograr una buena concentración. Esto impactará en el tiempo de desarrollo y en la calidad del diseño.



<http://www.sahasraelectronics.com/sepl/images/2.jpg>



<http://www.fedevel.com/welldoneblog/wp-content/uploads/2016/08/freelancing-fi.jpg>

- Ambiente sin interrupciones o ruidos molestos.
- Computadora veloz.
- Dispositivos de entrada de calidad.
- Múltiples monitores.

Los múltiples monitores permiten visualizar simultáneamente diferentes aspectos del diseño:

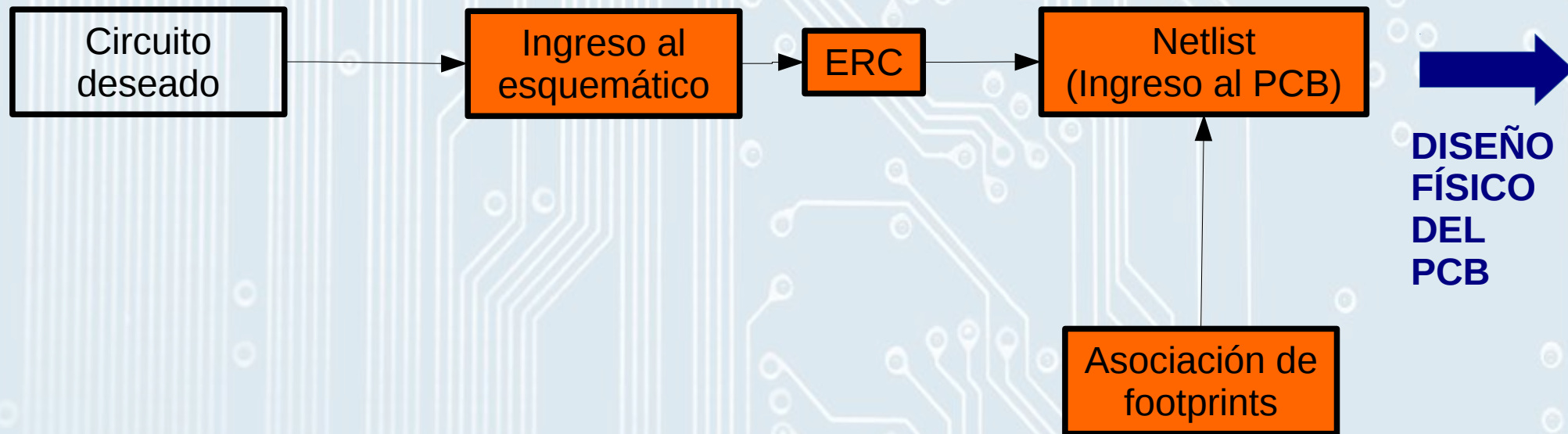
- Dibujo del PCB.
- Esquemático en la región de interés.
- Hoja de datos.
- Búsquedas.
- Documentación.

Esto incrementa la productividad y baja la probabilidad de errores.

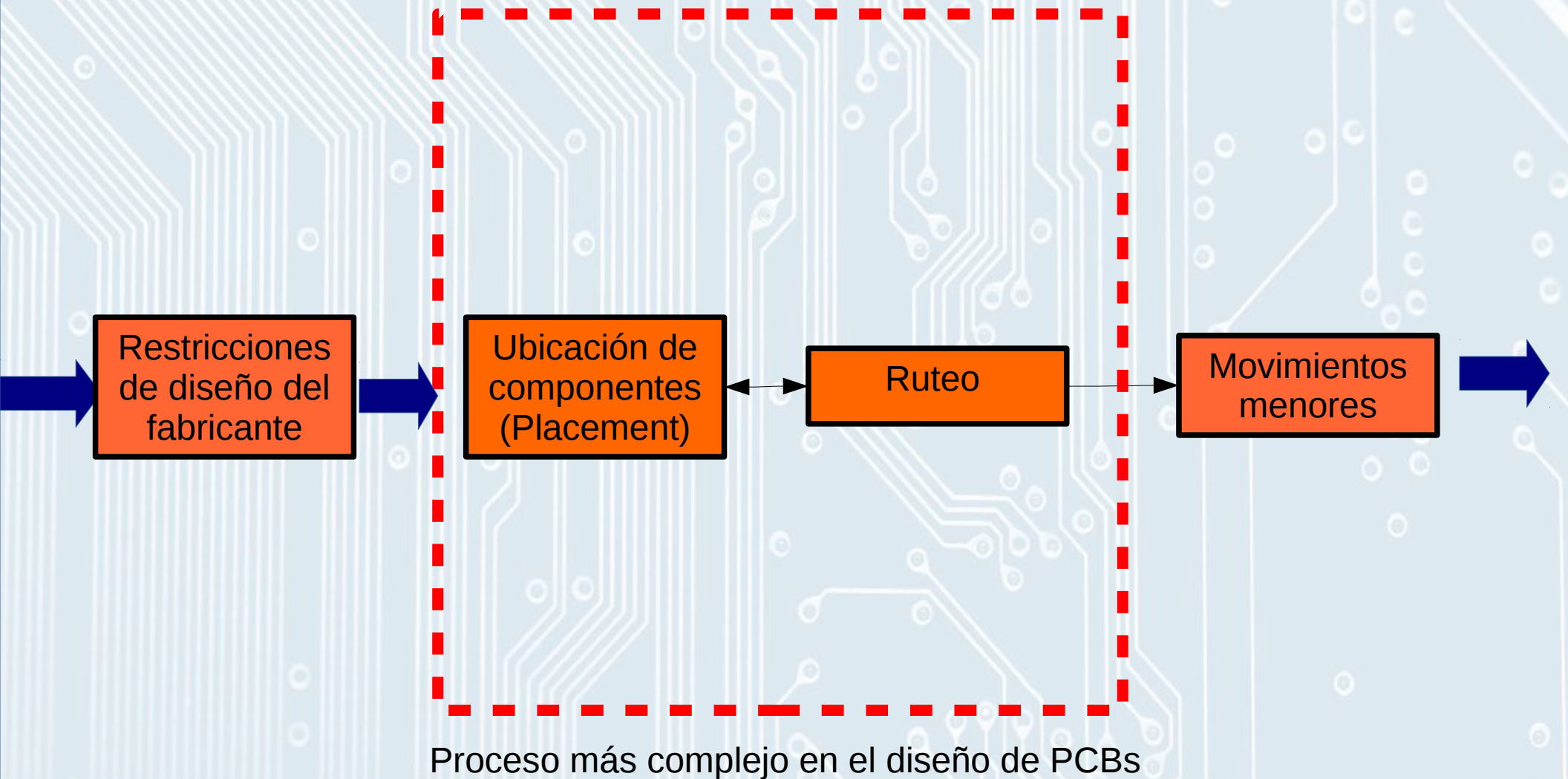
PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO DEL DISEÑO DE UN PCB

Proceso de diseño de un PCB - Esquemático

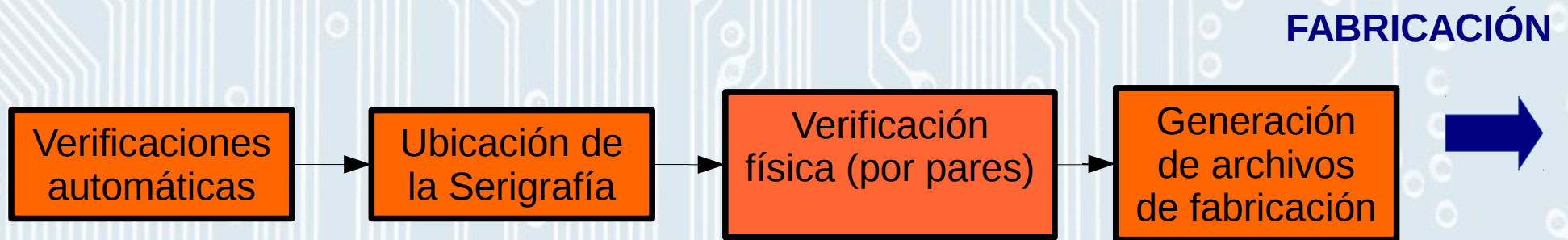
Luego que tenemos definido el circuito a realizar se debe ingresar el esquemático a un software EDA como primera etapa para luego diseñar físicamente el PCB.



Proceso de diseño de un PCB - Diseño físico



Proceso de diseño de un PCB - Verificaciones y fabricación



DOCUMENTACION GENERAL

- Utilizar un repositorio con versionado.
- Crear una estructura de directorios para organizar la información.
- Incorporar requerimientos y requisitos del cliente (o propios).
- Incorporar hojas de datos, notas de aplicación y circuitos o equipos similares usados como modelos.
- Incorporar notas de ingeniería, cotizaciones, documentos administrativos, etc.
- Colocar autor y licencia.
- Incorporar las capacidades del fabricante de PCBs seleccionado.
- Incorporar documentos con las revisiones y otro comentando las correcciones asociadas.

SISTEMA DE VERSIONADO

(No cubierto en esta presentación)

TECNOLOGÍA, FABRICANTE Y STACK UP

CAPAS

- En base a la cantidad de componentes, su interconexión, el tamaño del PCB y otros requerimientos, estimar la cantidad de capas.

Complejidad del diseño

(Mayor densidad de componentes, apantallamiento, impedancia controlada, alta velocidad)

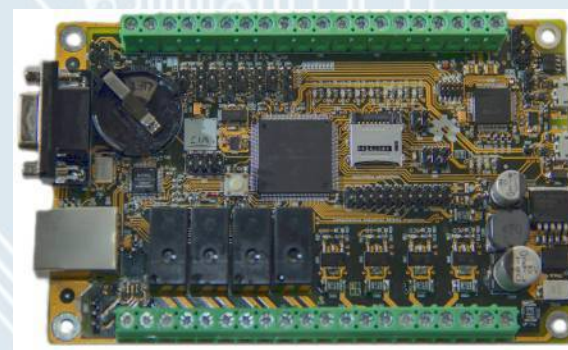
Mayor libertad de ruteo



1 CAPA



2 CAPAS

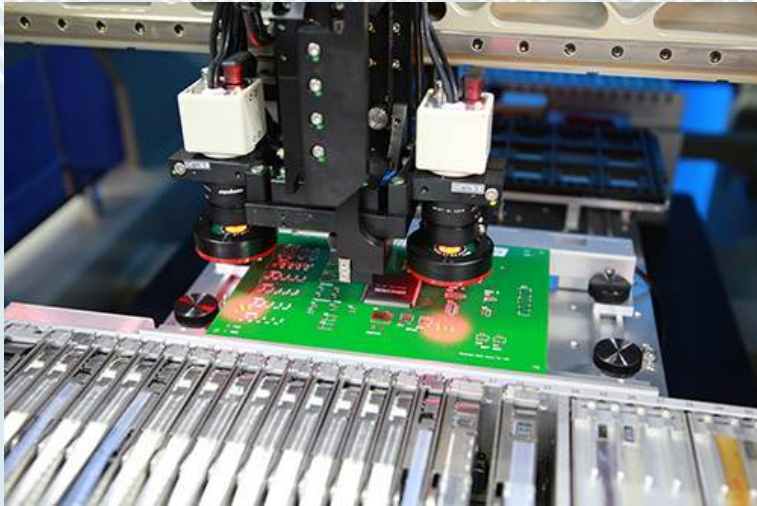


4 CAPAS

Mayor costo de fabricación

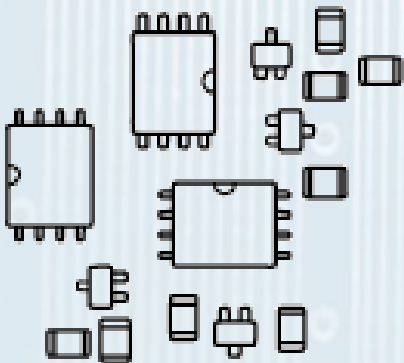
TECNOLOGÍA

- Definir la tecnología de los componentes: THT o SMT.
- Esto define el proceso de armado y soldadura de componentes: manual, refusión, ola, etc.
- Según la tecnología y el proceso de soldadura se deben considerar aspectos de los encapsulados, posicionamiento, incorporación de marcas fiduciales, etc.

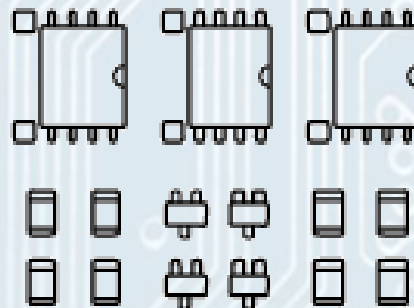


https://www.manncorp.com/media/wysiwyg/manncorp/Pick_and_Place/MC_385V2V/dual-on-the-fly-vision.jpg

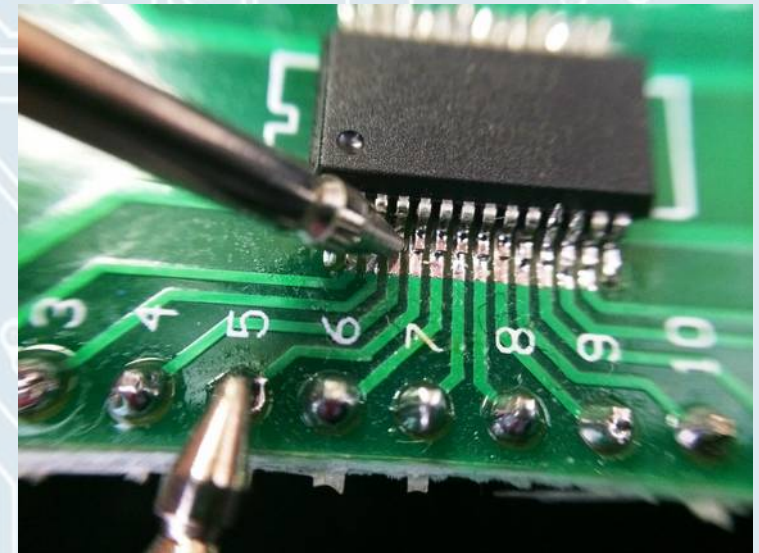
not recommended



preferred



direction
through
the wave



http://static.kipkaykits.com/wp-content/uploads/2014/04/smd_soldering_02.jpg

http://www.mtarr.co.uk/courses/ami4945_dpb/restricted/u08/images/Purves29.gif

COMPONENTES Y CARAS

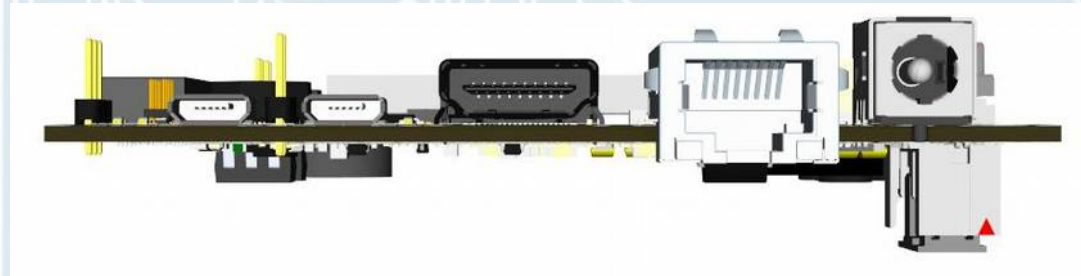
- Definir si el PCB tendrá componentes en una capa o en dos capas.

Diseño más simple.
Menor costo
(una pasada por el horno)



**COMPONENTES EN
UNA SOLA CARA**

Mayor densidad y menor tamaño.
Mayor costo de armado.
(dos pasadas por el horno)

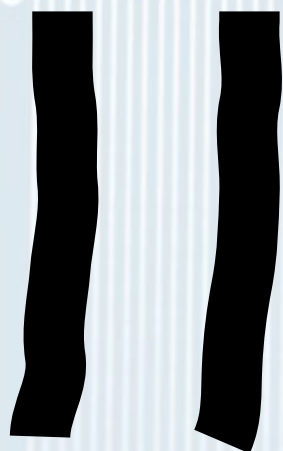


**COMPONENTES EN
DOS CARAS**

RESTRICCIONES DEL FABRICANTE

- Definir el fabricante del PCB y las capacidades que se utilizarán (Tamaño de pista, vía, espesor del PCB, terminación superficial, etc.).

Diferentes reglas de diseño para cada método de fabricación o proveedor



**COPIAR
CON
FIBRA**



**TRANSFERENCIA
TERMICA**



**FABRICANTE
NACIONAL**

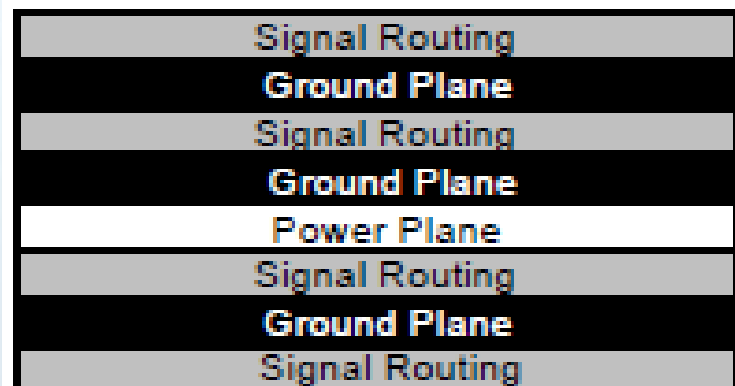
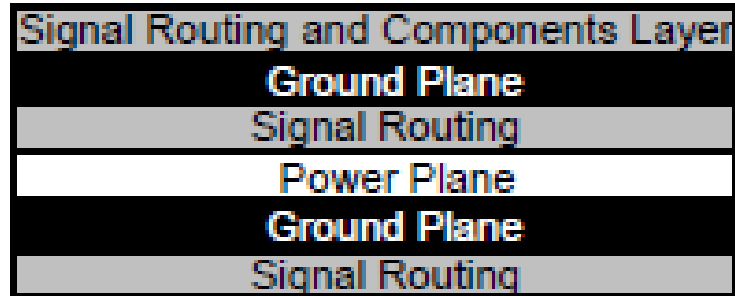
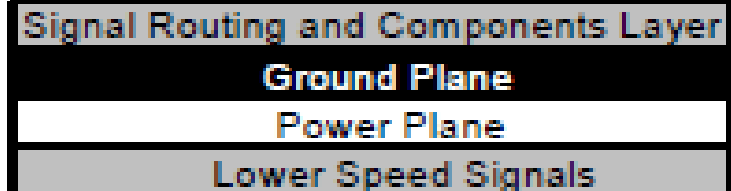
Menor margen
Menor ancho de pista.
Menor diámetro vía y agujero.



**FABRICANTE
EXTRANJERO**

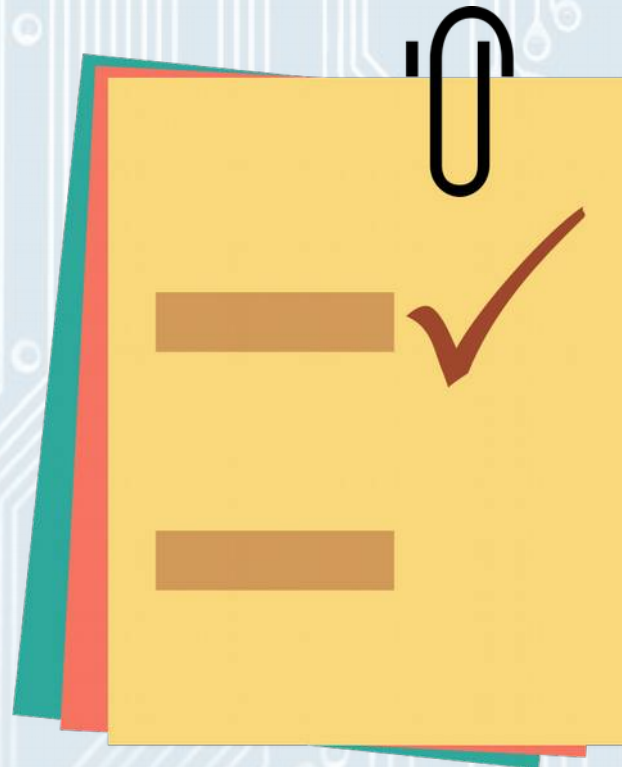
STACK UP

- Definir como se utilizarán las capas.
- Si el circuito posee líneas de impedancia controlada, calcular los anchos de pista necesarios en cada caso.
- Cálculo de ancho de pistas con circulación de corriente.
- Definir si se utilizarán vías especiales.
- Documentar todas estas decisiones.



Estos temas se pueden considerar más adelante, previo al ruteo, pero pueden influir en el posicionamiento.

**Documentar todas las
decisiones “iniciales”
tomadas sobre:
Pistas, vías, capas,
tecnología y fabricante.**



UBICACIÓN DE COMPONENTES

UBICACION DE COMPONENTES

REGLAS BÁSICAS Y GENERALES

Válidas generalmente para la gran mayoría de los circuitos.

REGLAS ESPECIFICAS

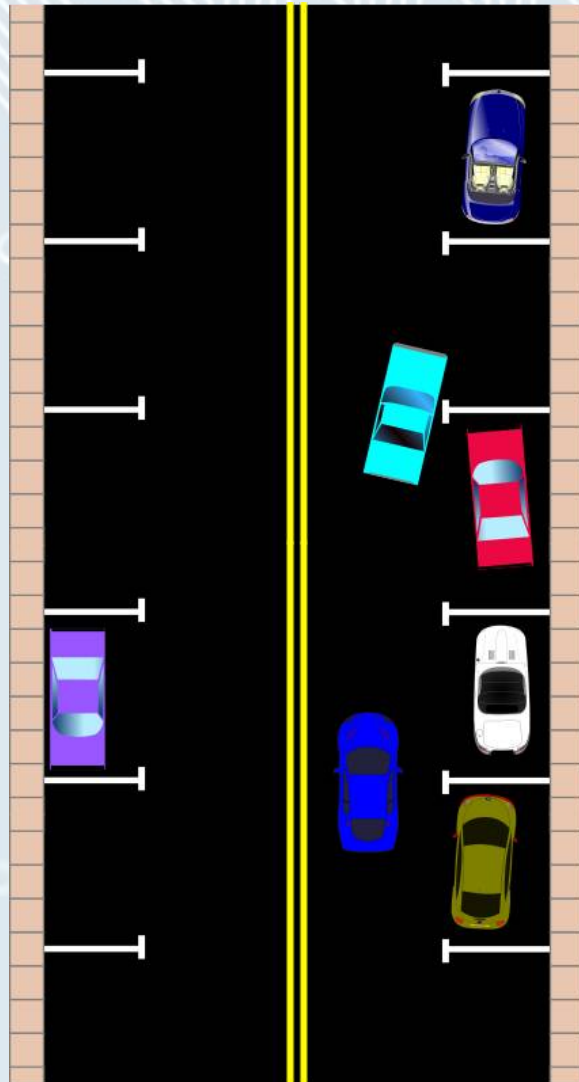
Particularidades de algunos tipos de circuitos o componentes.

No existe un orden predefinido y estricto para las consideraciones de ubicación de componentes.

Se dan pautas de uso común y su orden de aplicación puede ser interactivo y dinámico.

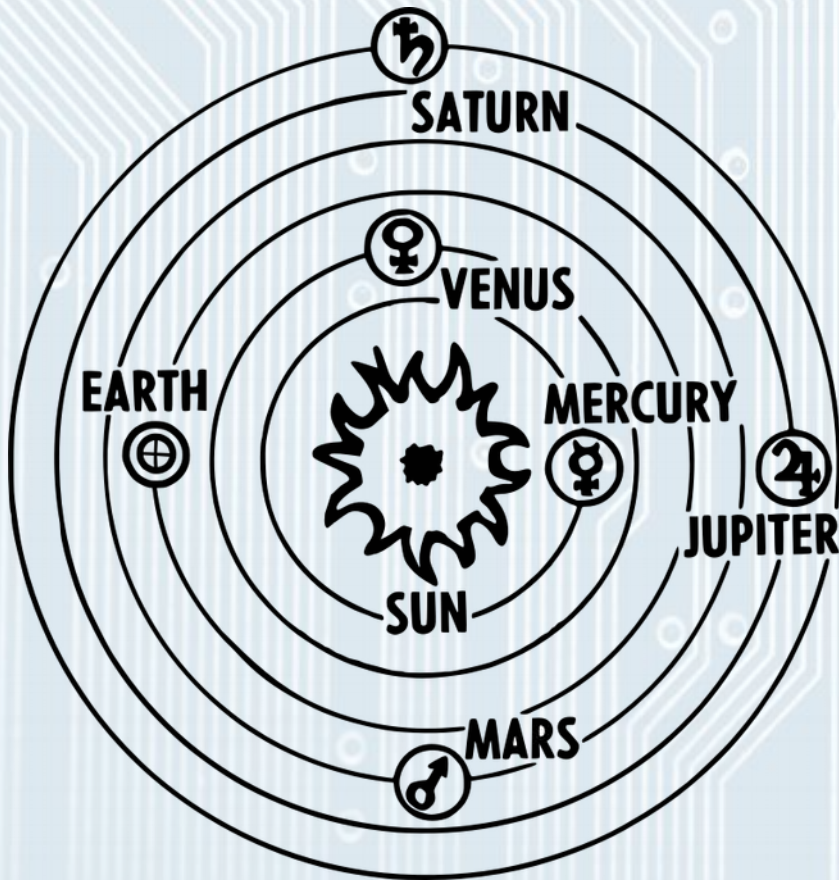
GRILLA DE POSICIONAMIENTO

- Definir una grilla acorde al tamaño de los componentes.
- Una grilla adecuada evitará pérdidas de tiempo para alinear los componentes y luego al conectarlos.
- Ayudará a lograr una distribución más prolija.

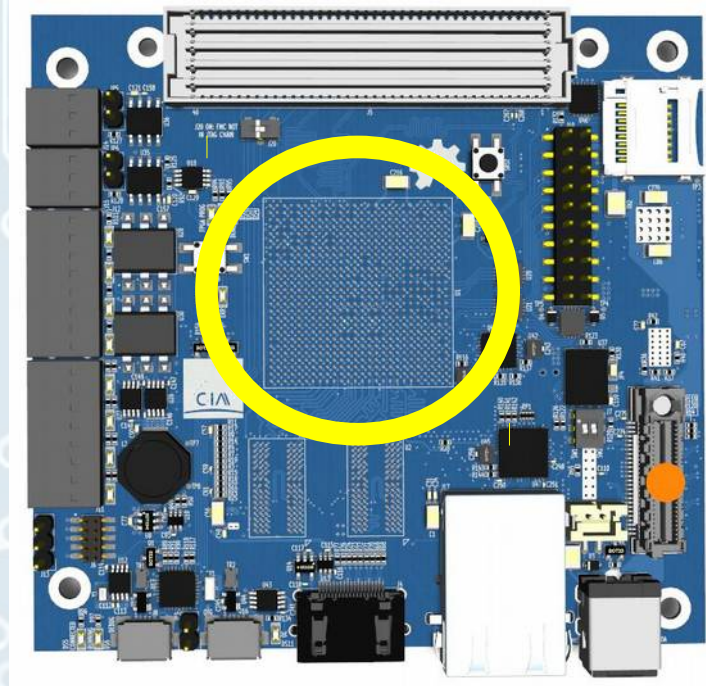


Posicionar todos los componentes con la misma grilla.

COMPONENTES PRINCIPALES



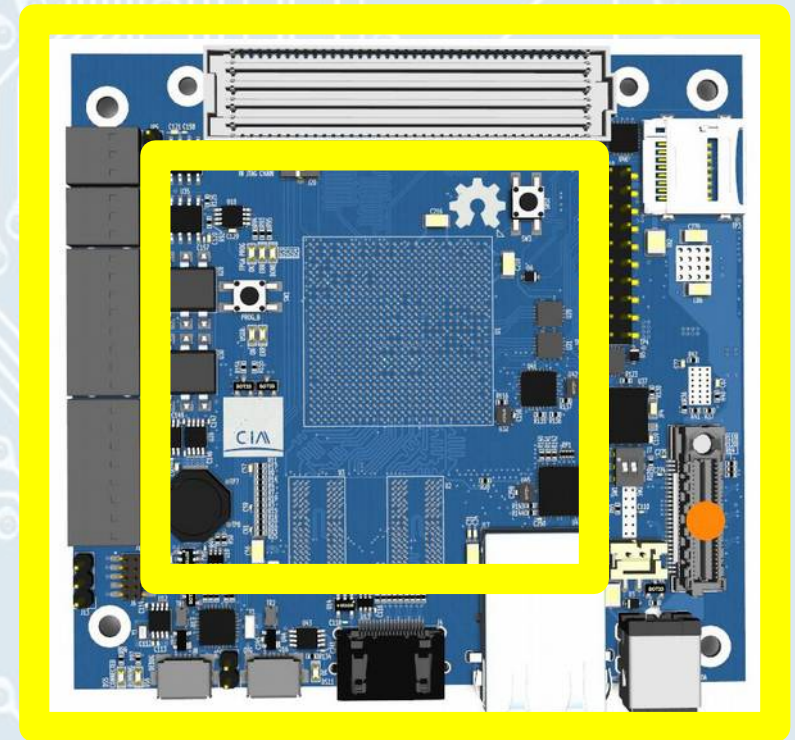
- Posicionar en forma tentativa los componentes principales: de mayor cantidad de conexiones, de mayor área y/o de funcionamiento más crítico.
- Los componentes complejos con muchas interconexiones necesitan espacio alrededor para el ruteo. Y tendrán alrededor los componentes menores de soporte.



Los componentes de mayor cantidad de conexiones (salvo conectores), generalmente tomarán ubicaciones centrales (con espacio hacia todos sus laterales) para facilitar las conexiones salientes de los mismos.

CONECTORES

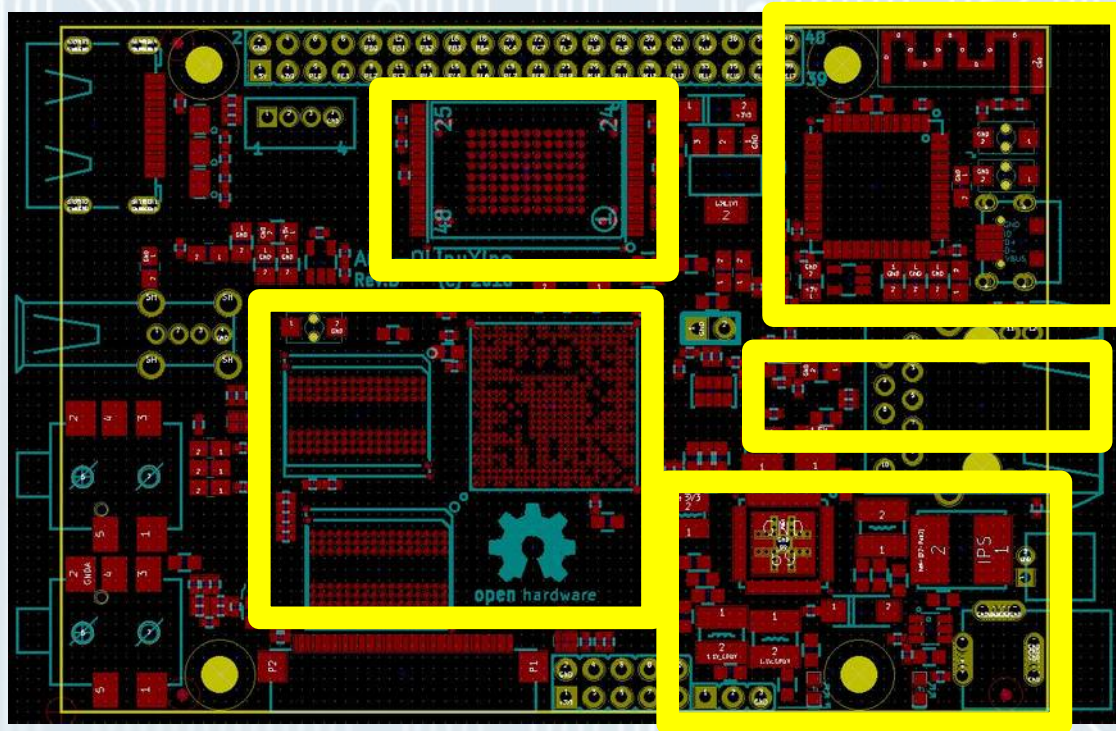
- Los conectores intentarán ponerse en los bordes del PCB.
- Esto facilita aspectos de montaje y de interconexión.



**Los conectores van preferentemente en los bordes.
El posicionamiento de conectores de muchos pines y de
señales “especiales” debe planificarse cuidadosamente.**

SECTORIZAR

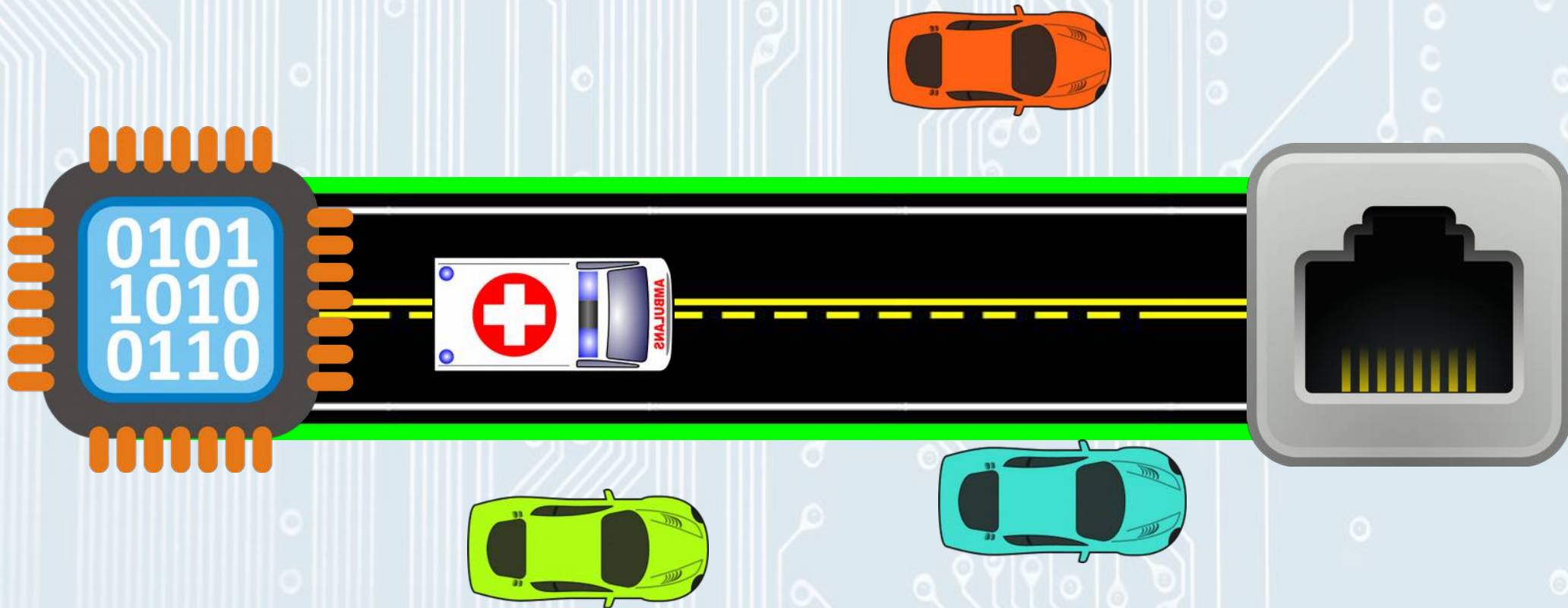
- Agrupar componentes según subcircuitos del esquemático.
- Definir sectores “tentativos” en la placa para cada subcircuito.
- Pensar en el camino de la señal. Pensar en bloques o sectores del PCB y como se relacionan.



**Debe asignarse un espacio a cada subcircuito.
Deben considerarse las conexiones entre estos subcircuitos.**

PRIORIDADES DE PASO

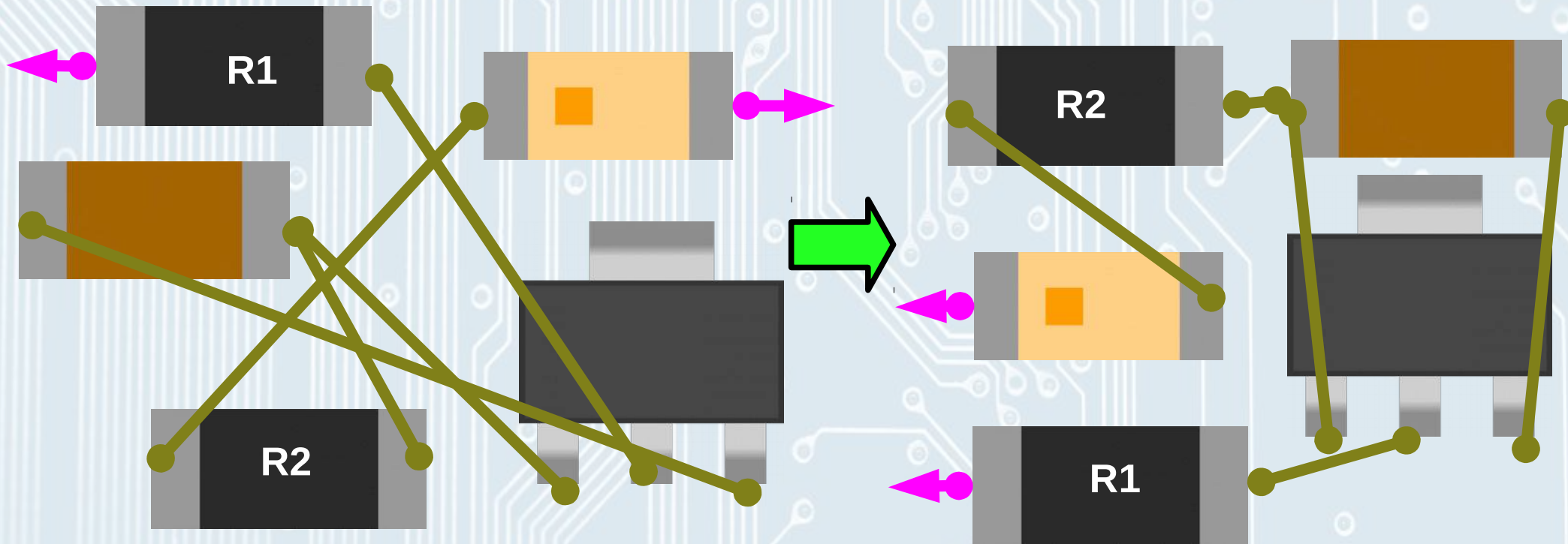
- Dar prioridad de ubicación componentes críticos y sensibles.
- Pensar en la facilidad de ruteo de las señales mas críticas y/o complejas.



Pensar en las rutas que tomarán las señales más críticas o de mayor cuidado, y dejar despejado su paso.

ORIENTAR Y ORGANIZAR LOCALMENTE

- Utilizar las ratnest para posicionar adecuadamente los componentes fuertemente relacionados.
- Ubicar los componentes de manera de minimizar la distancia de la mayor cantidad posible de conexiones.
- Descruzar, o cruces simples fáciles de resolver.

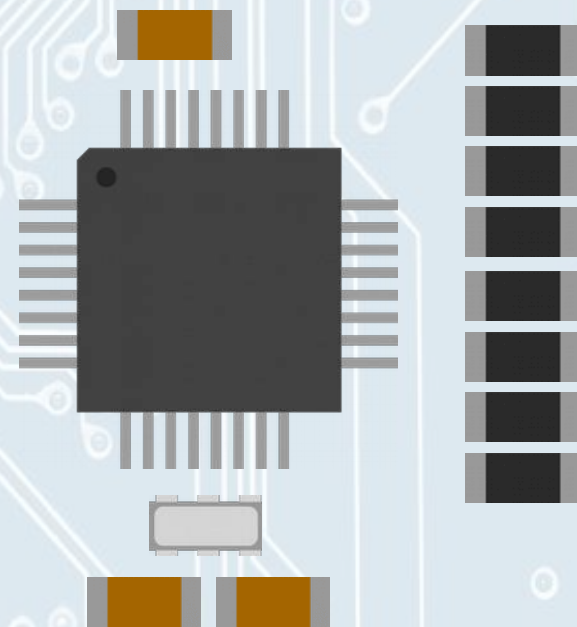
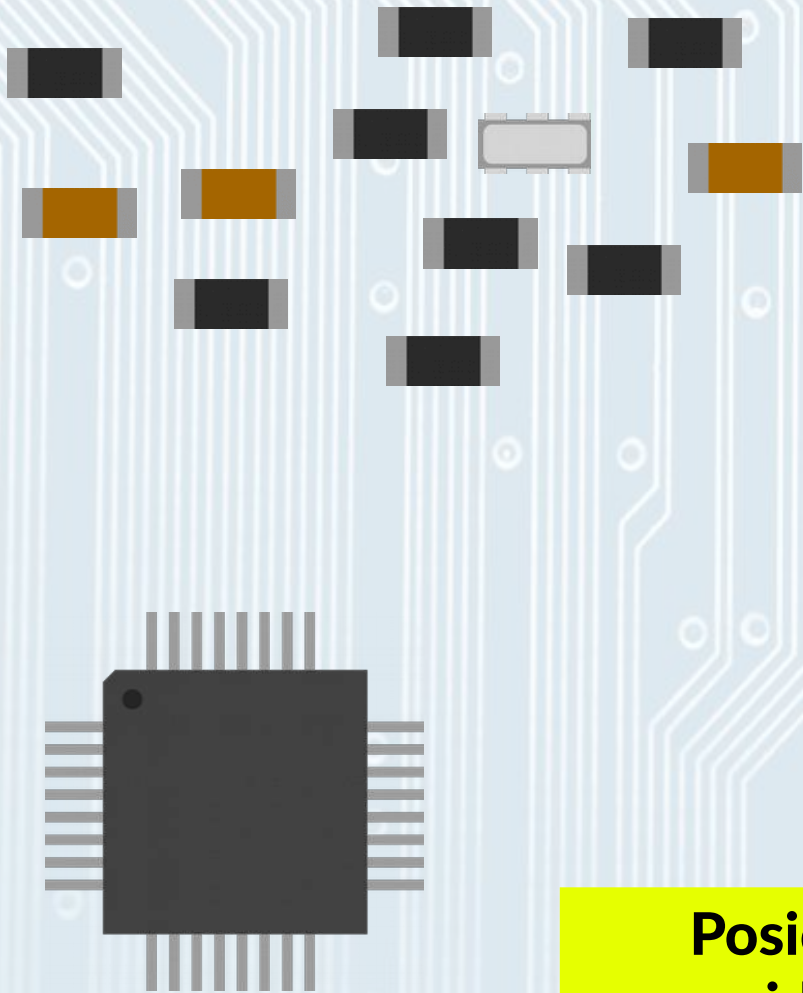


Mover y orientar los componentes que están fuertemente relacionados hasta visualizar claramente el posible ruteo.

LUCHA CONTRA LA TENTACIÓN DE RUTEAR

COMPONENTES DE SOPORTE

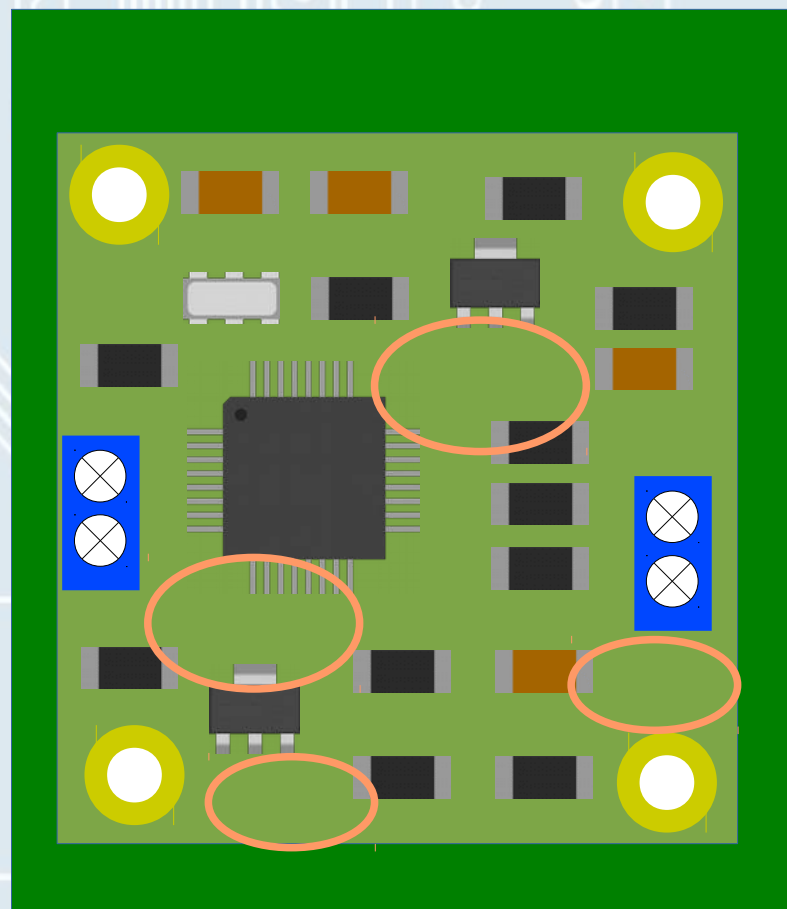
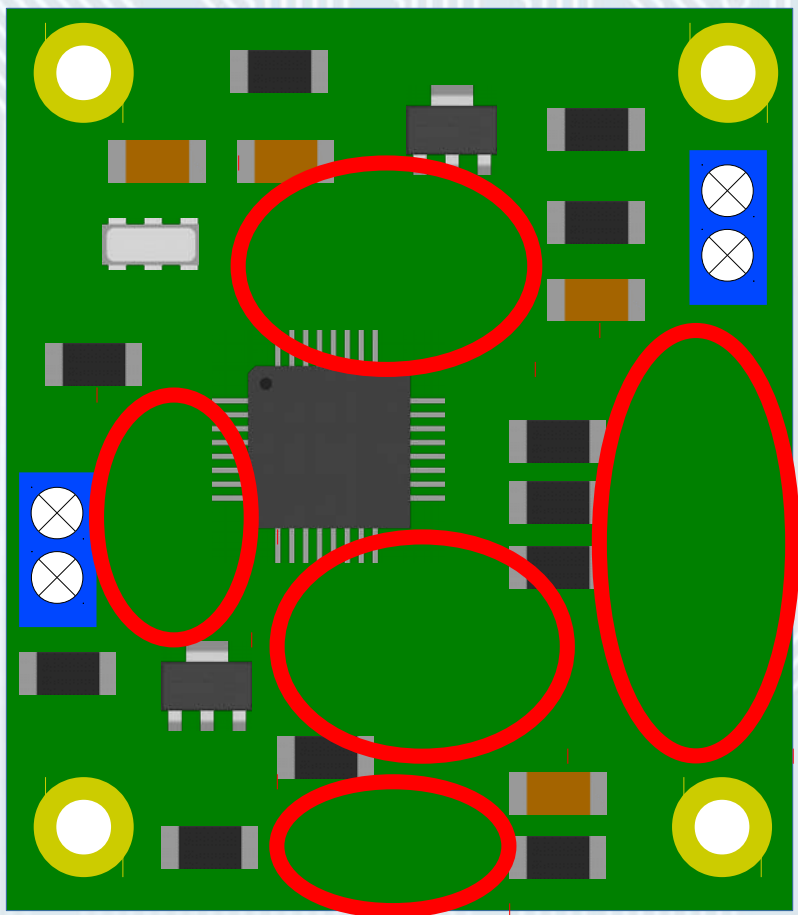
- Ubicar los componentes de soporte de cada chip alrededor del mismo.
- Es el momento adecuado para consultar detalles de posicionamiento en las hojas de datos y notas de aplicación.
- Dejar espacios adecuados para el ruteo.



**Posicionar componentes de soporte,
considerando las indicaciones para cada
caso.**

DISTRIBUCION PAREJA

- Buscar una distribución pareja de los componentes en el área disponible.
- Utilizar todos los sectores y áreas del PCB.
- Este trabajo lleva generalmente a una optimización y reducción del espacio.

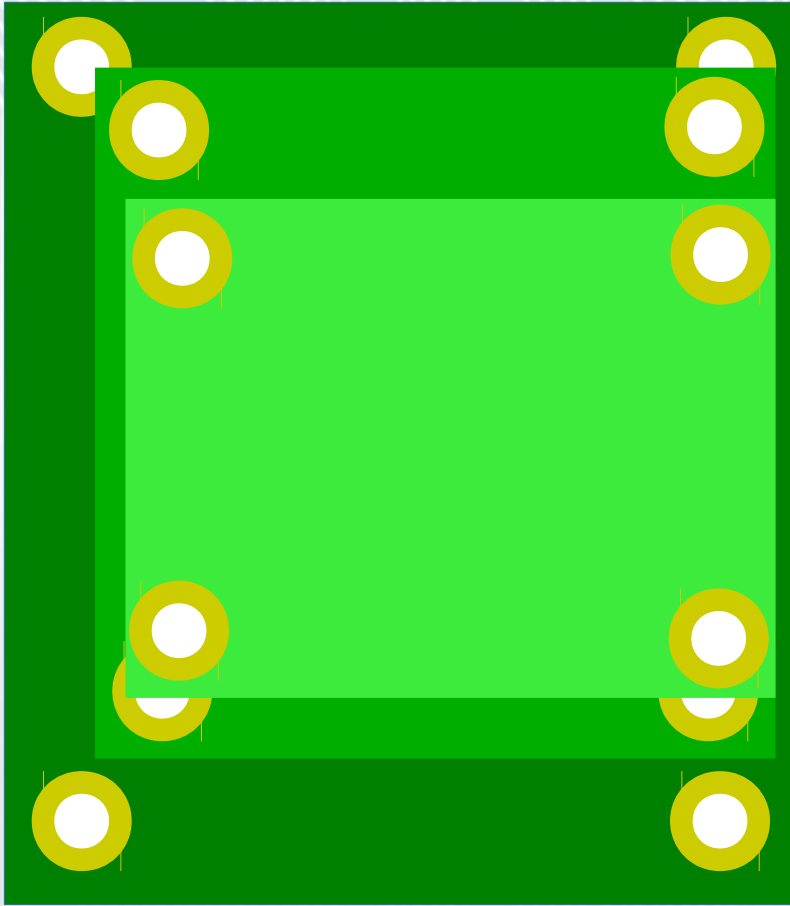


La distribución ideal de componentes aprovecha al máximo el área de PCB y deja pocos espacios libres.

AREA TENTATIVA

- Trazar un área inicial de PCB. Colocar agujeros de sujeción y fiduciales. Aplicar otras restricciones o requerimientos mecánicos.
- Ir ajustando el borde a medida que el diseño va tomando forma (achicar o agrandar según sea necesario).
- Optimizar gradualmente.

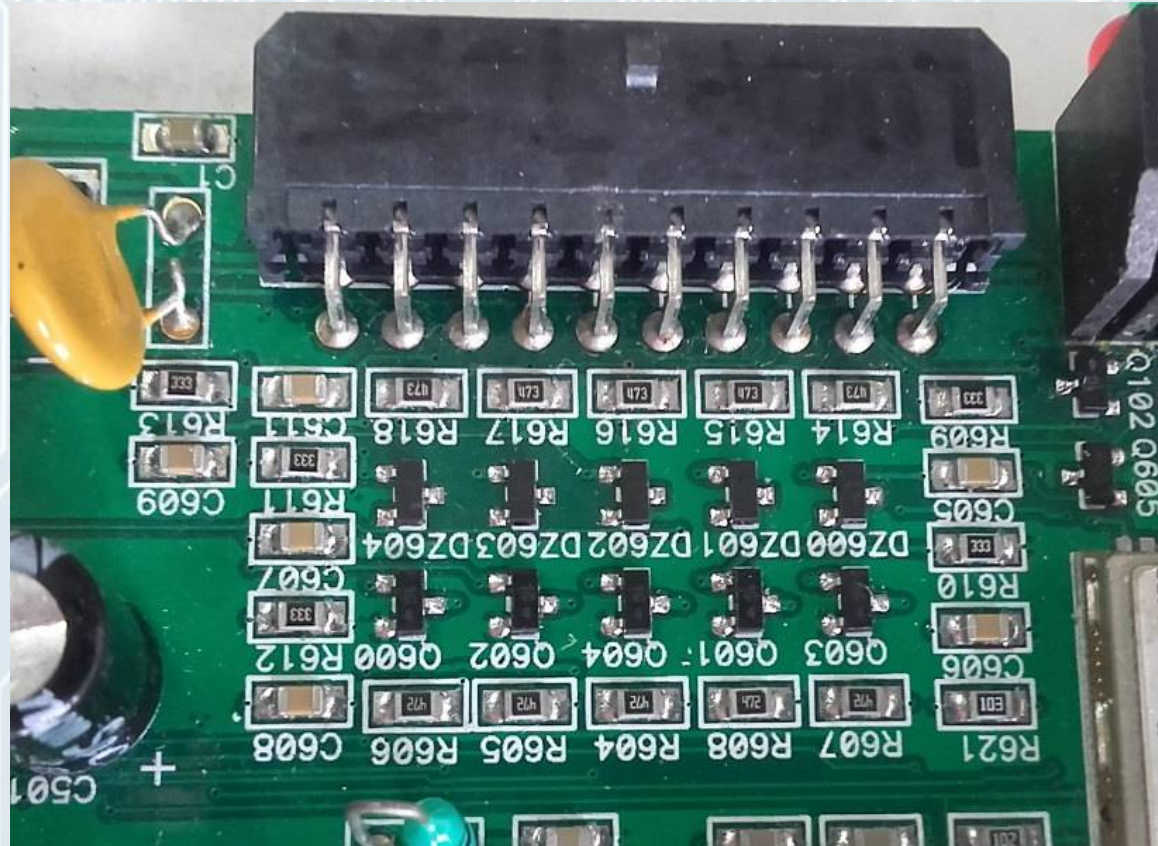
A medida que el diseño avanza es necesario conocer los bordes para plantear objetivos de distribución y organizar los componentes.



ALINEACIÓN Y PROLIJIDAD

Son importantes los conceptos de:

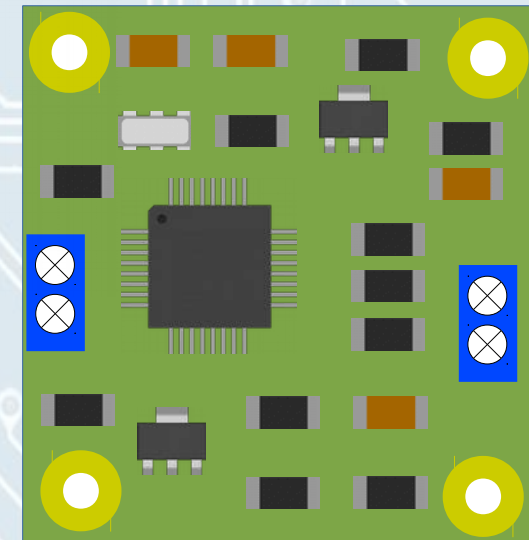
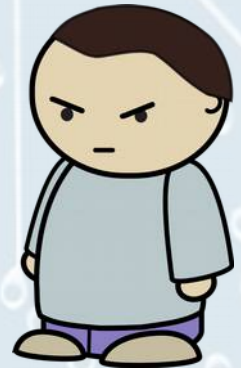
- Alineación.
- Simetría.
- Prolijidad.
- Belleza.



Estos conceptos darán una aspecto profesional al circuito.

REVISIÓN DE LA UBICACIÓN

La ubicación de los componentes definirá la calidad del ruteo del PCB. Luego de este proceso es de mucha utilidad realizar una revisión independiente y experimentada.



RUTEO

RUTEO

REGLAS BÁSICAS Y GENERALES

Válidas generalmente para la gran mayoría de los circuitos.

**No existe un orden estricto para las consideraciones de ruteo.
Se dan pautas de uso común y su orden de aplicación puede ser interactivo y dinámico.**

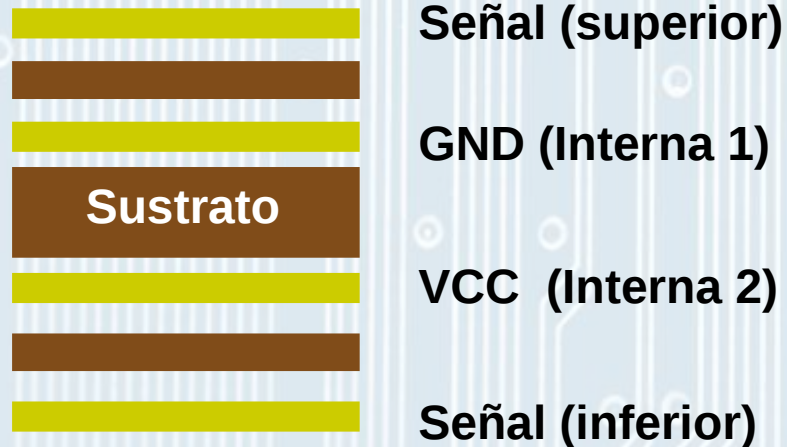
REGLAS ESPECIFICAS

Particularidades de algunos tipos de circuitos o componentes.

- Identificar en cada subsistema, cuál es el aspecto más importante a cuidar. Esto dependerá si se trata de : circuitos digitales, analógicos, baja señal, alta corriente, alta tensión, alta disipación, alta frecuencia, etc.
- Para cada escenario, consultar o buscar hojas de datos y notas de aplicación específicas. Hay reglas que se contradicen entre sí dependiendo del escenario donde se apliquen.

REGLAS DE DISEÑO

Configurar adecuadamente las reglas de diseño y datos más importantes.



**DEFINIR
STACKUP**
(número de
capas y uso)

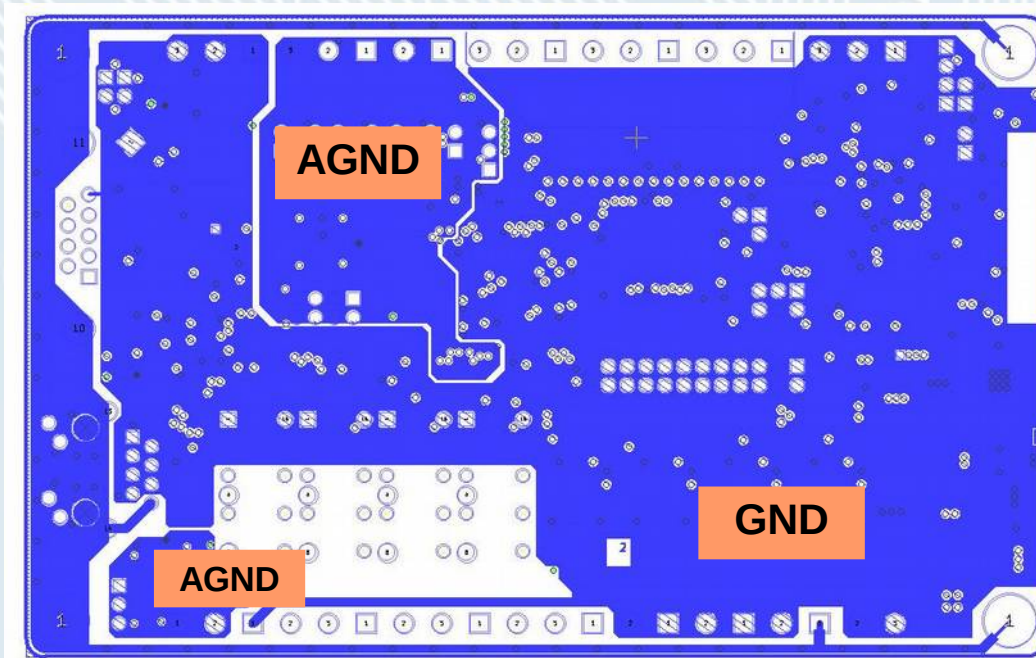
ANCHOS PISTA

**DIÁMETROS Y
AGUJEROS DE VÍA**

**MÁRGEN
GENERAL**

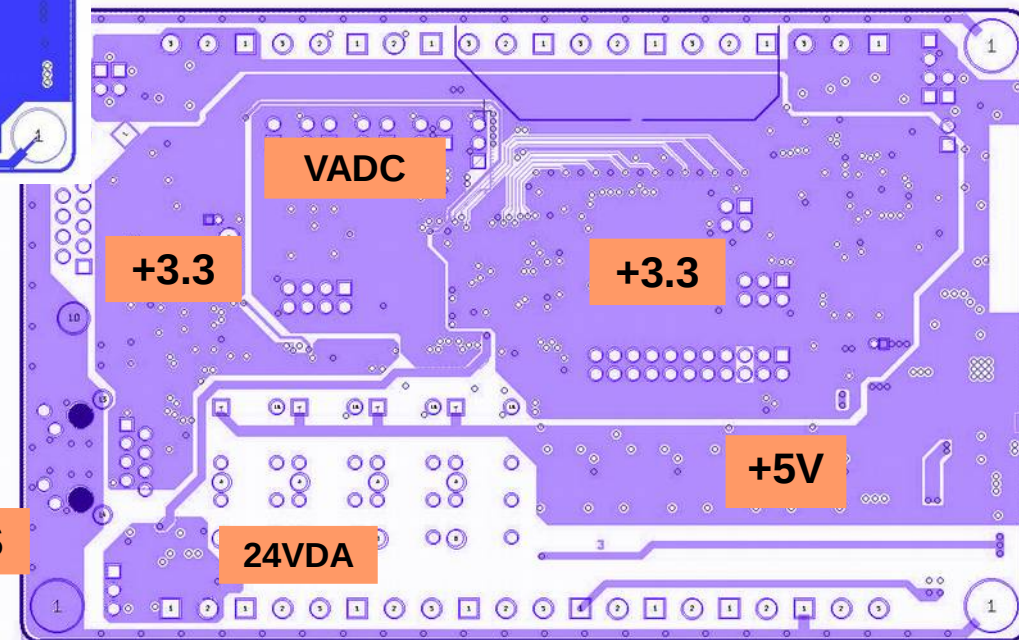
DEFINIR PLANOS

Definir los sectores de los planos de tierra, en caso que no ocupen toda una capa.



CHASIS

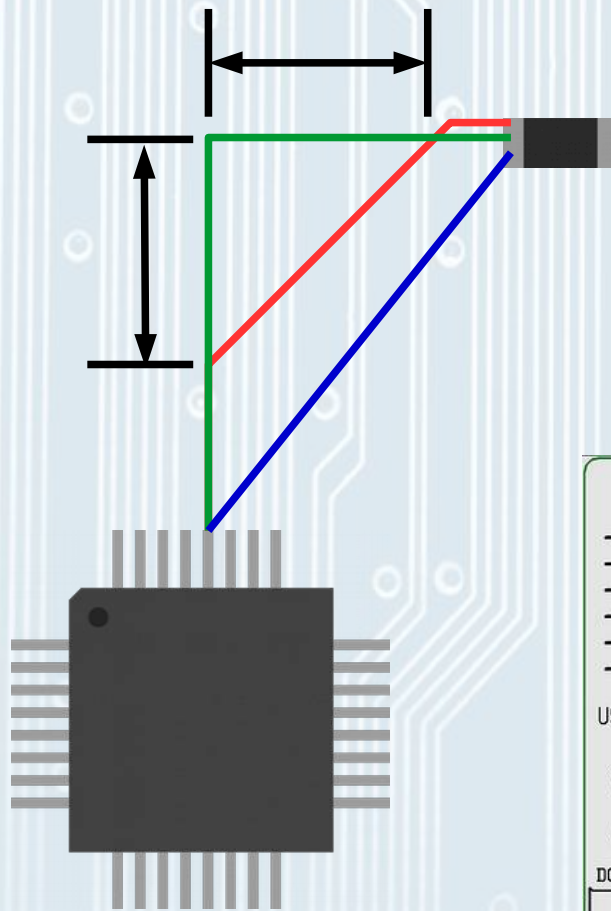
Esto debe estar facilitado por la sectorización de circuitos y una buena planificación de la ubicación de los componentes.



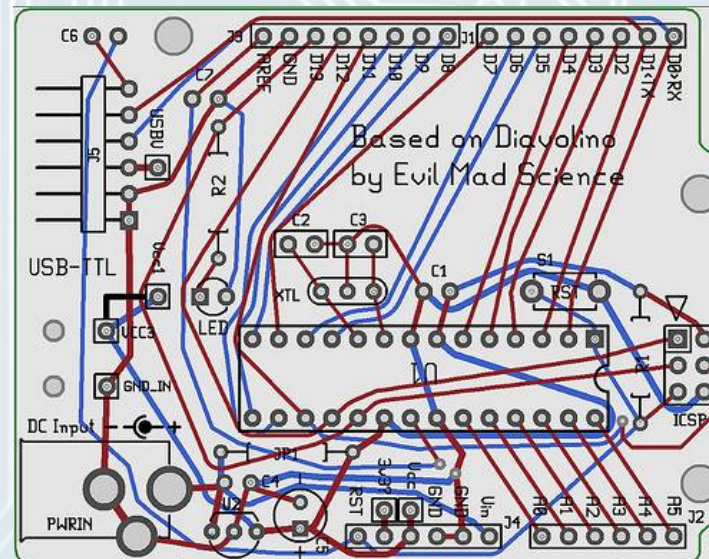
CHASIS

Pistas a 45 o a 90 grados?

Las pistas a 45 permiten pistas más cortas que las de 90 para conectar dos puntos.



- Pista a 90 grados.
- Pista a 45 grados.
- Más corta (cualquier ángulo).

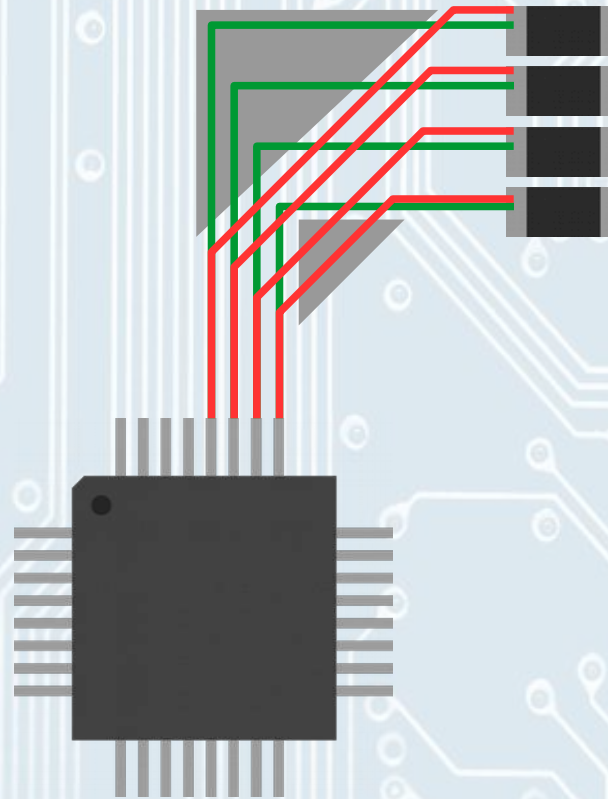


Algunas herramientas como TopoR (Topological Router) conectan las líneas con la menor distancia posible.

http://farm2.static.flickr.com/1199/4727511688_2d683e3e5f.jpg

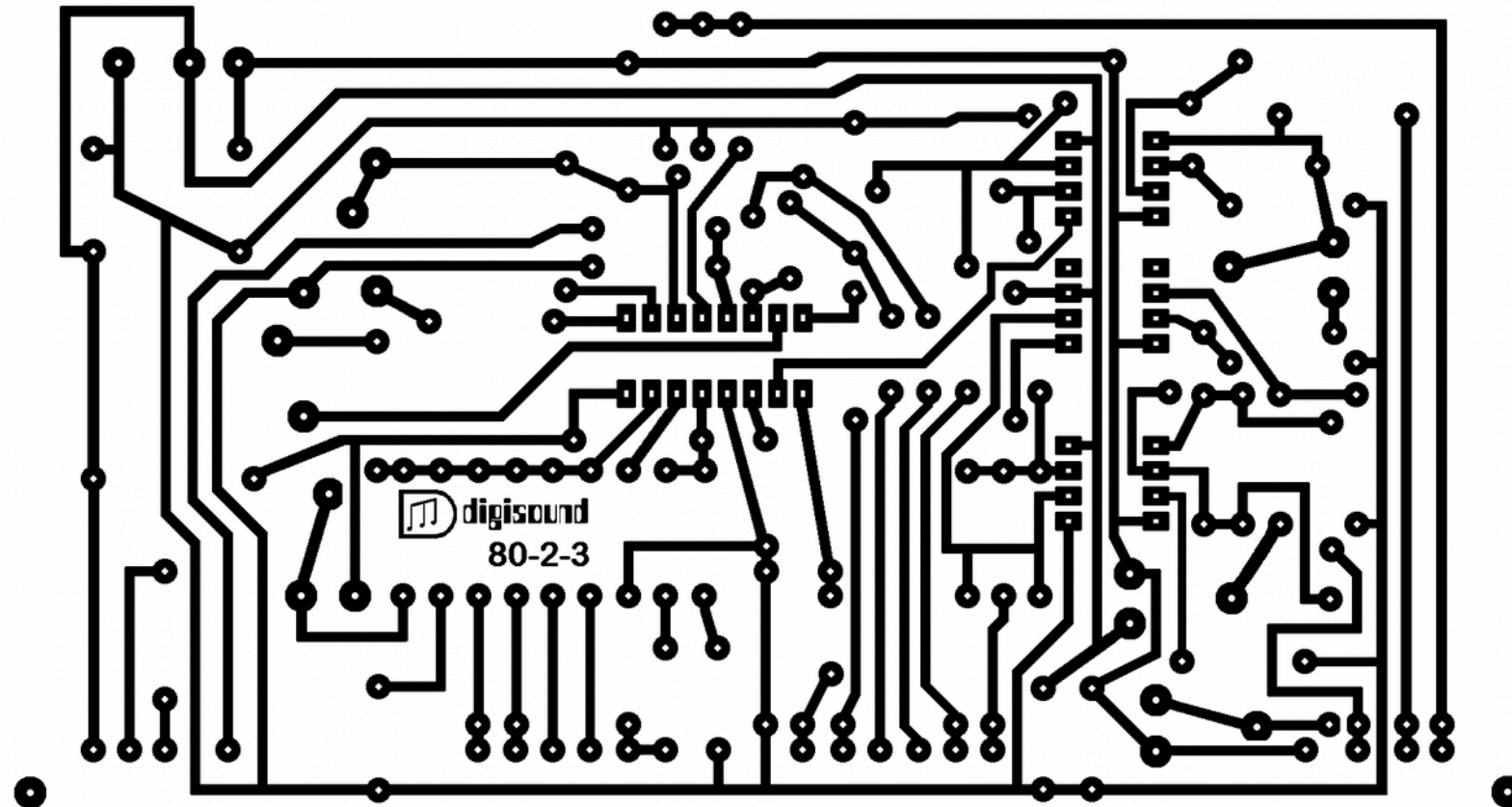
Tracks a 45 o a 90 grados?

En algunas situaciones, el ruteo a 90 grados ocupa más área de PCB que el ruteo a 45 grados.



**Pistas a 45 o a 90
grados?**

ESTETICA

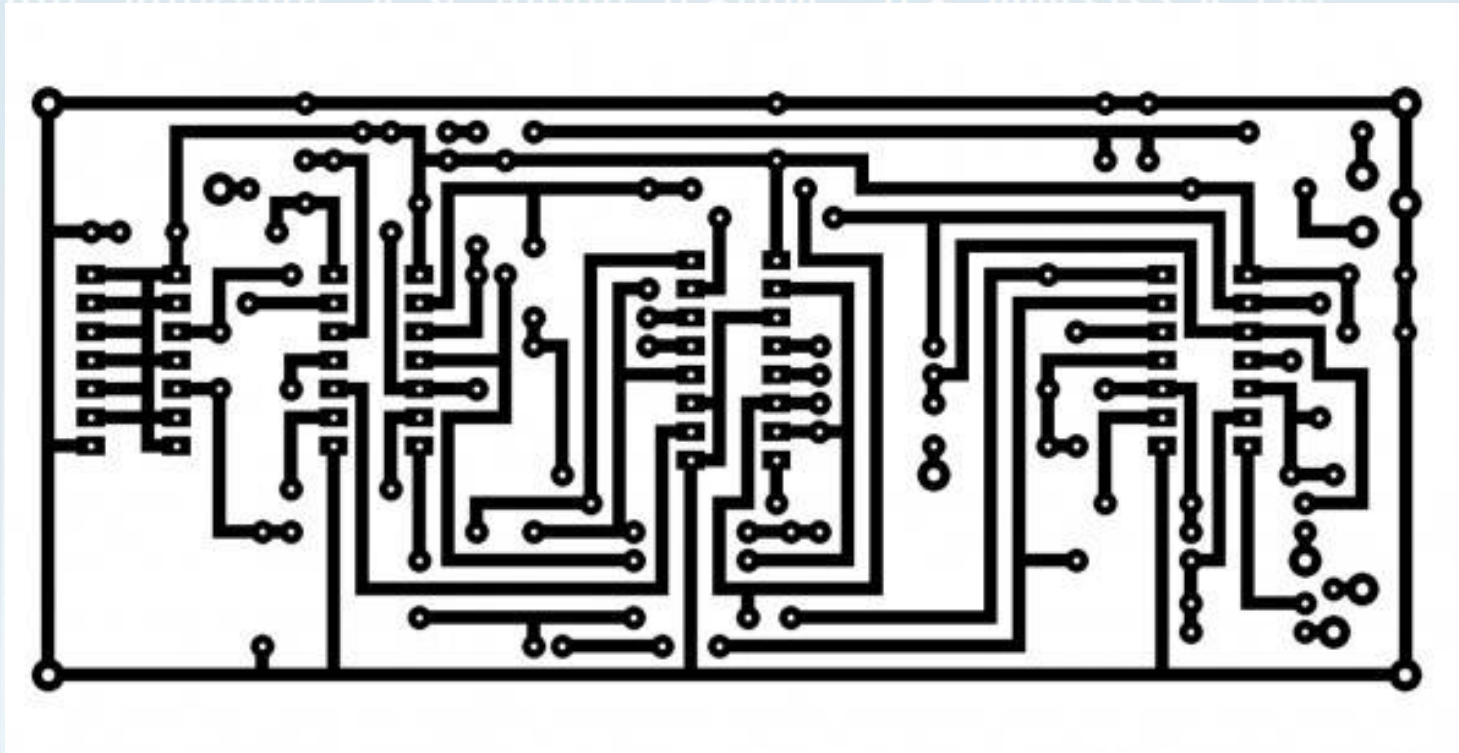


http://www.digisound80.co.uk/digisound/modules/80-2_files/80-2&3_PCB.gif

Cualquier ángulo

Pistas a 45 o a 90 grados?

ESTETICA

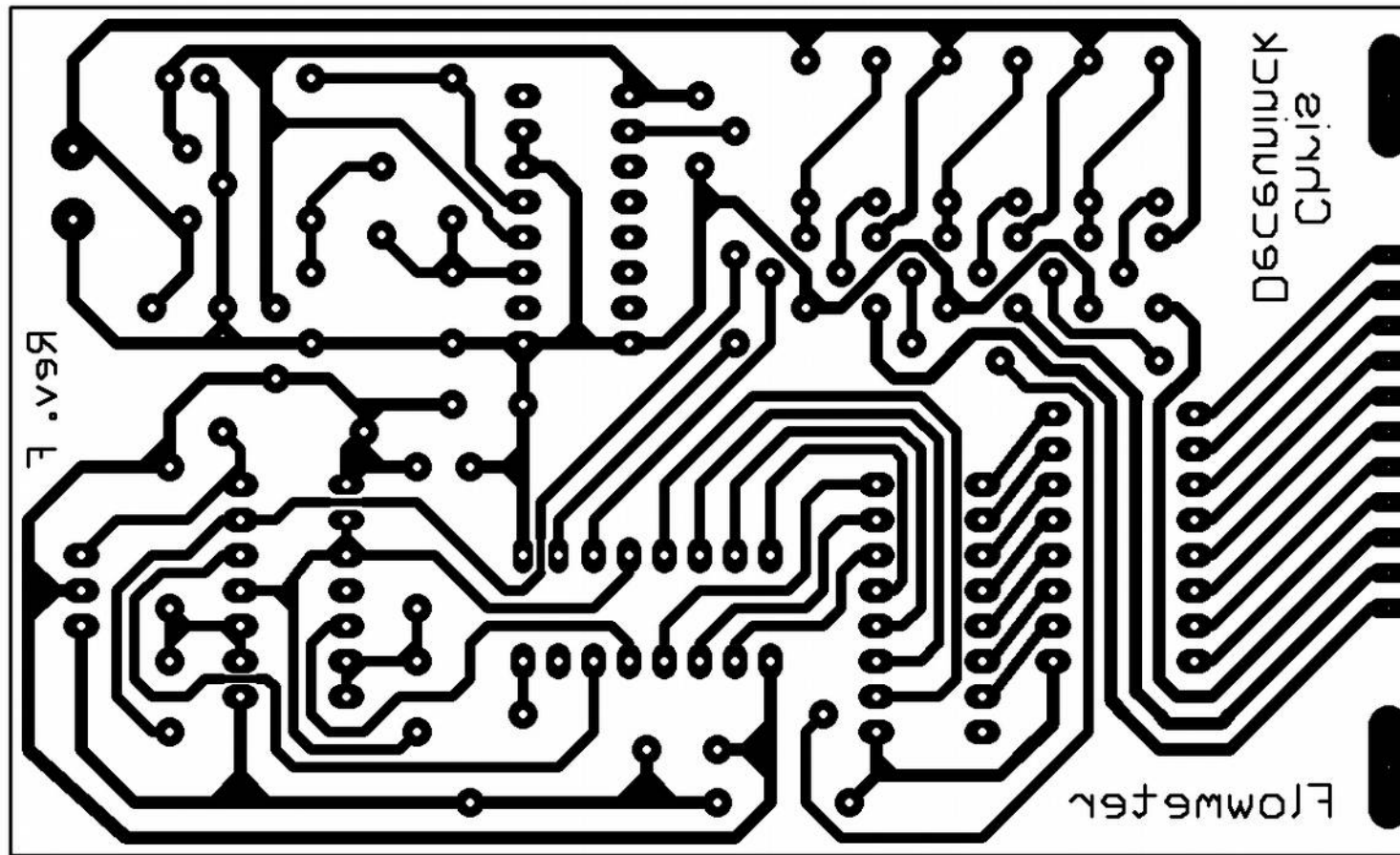


http://electro-music.com/forum/phpbb-files/thumbs/t_208_urv_pcb_967_472.jpg

A 90 grados

**Pistas a 45 o a 90
grados?**

ESTETICA



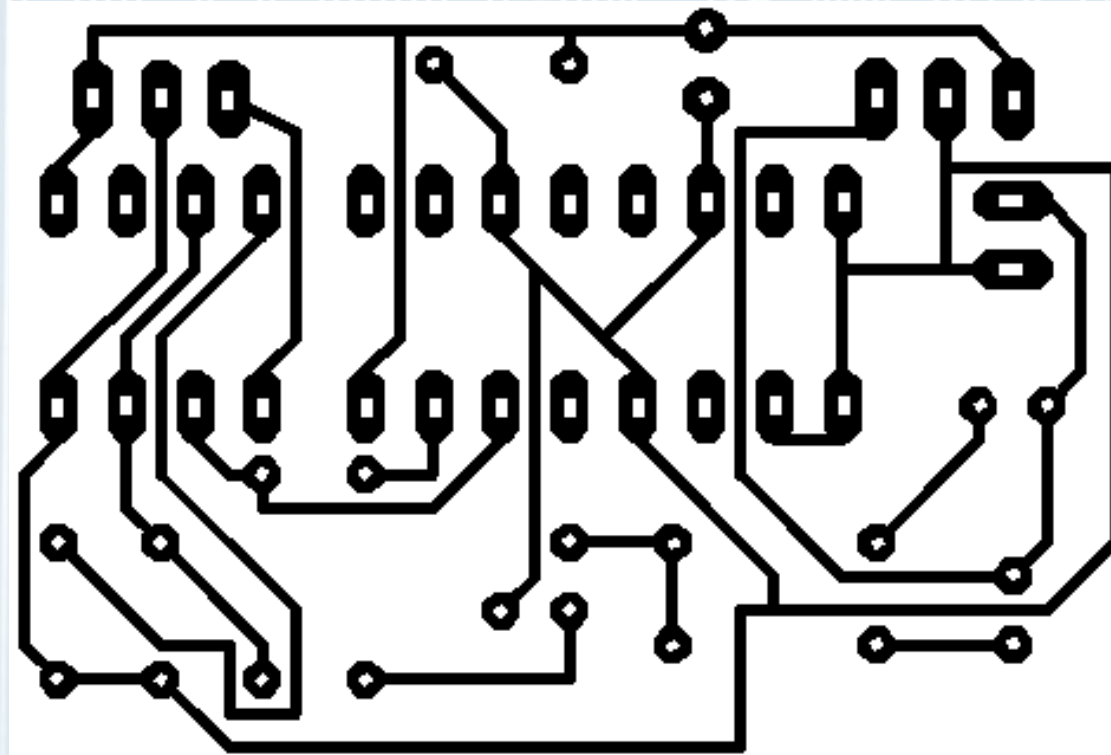
<http://www.turbokeu.com/myprojects/flowmeter/fmmbpcb.jpg>

A 45 grados

Pistas a 45 o a 90 grados?

Por estética y prolijidad se recomienda no mezclar los distintos métodos. Actualmente, en este sentido, predomina la técnica de 45 grados.

ESTETICA

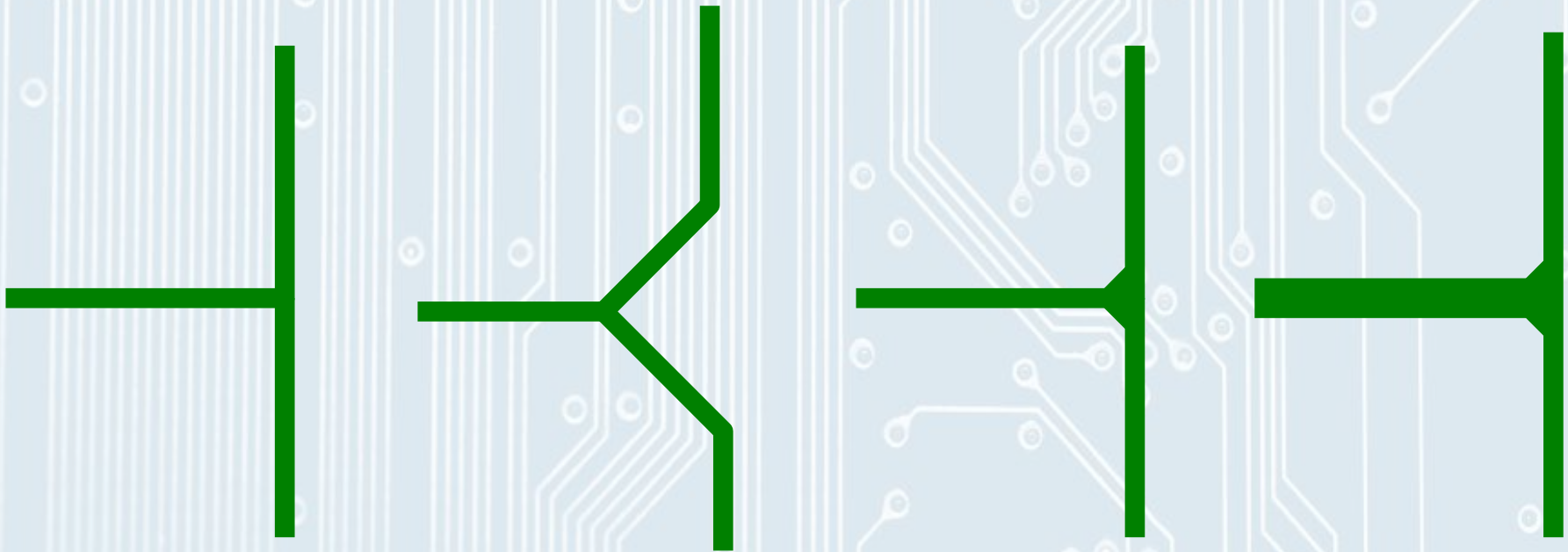


<http://english.cxem.net/infrared/ir6-5.gif>

A 90 y 45 grados

Bifurcaciones

¿Cuál es mejor?



Pistas a 45 o a 90 grados?

En RF o Alta tensión las pistas a 90 grados no estan recomendadas.

RF y Microondas:

Por encima de 1 GHz las pistas a 90 pueden provocar reflexiones indeseadas.

Alta tensión:

Las esquinas tienen mayor facilidad para generar chispas indeseadas.

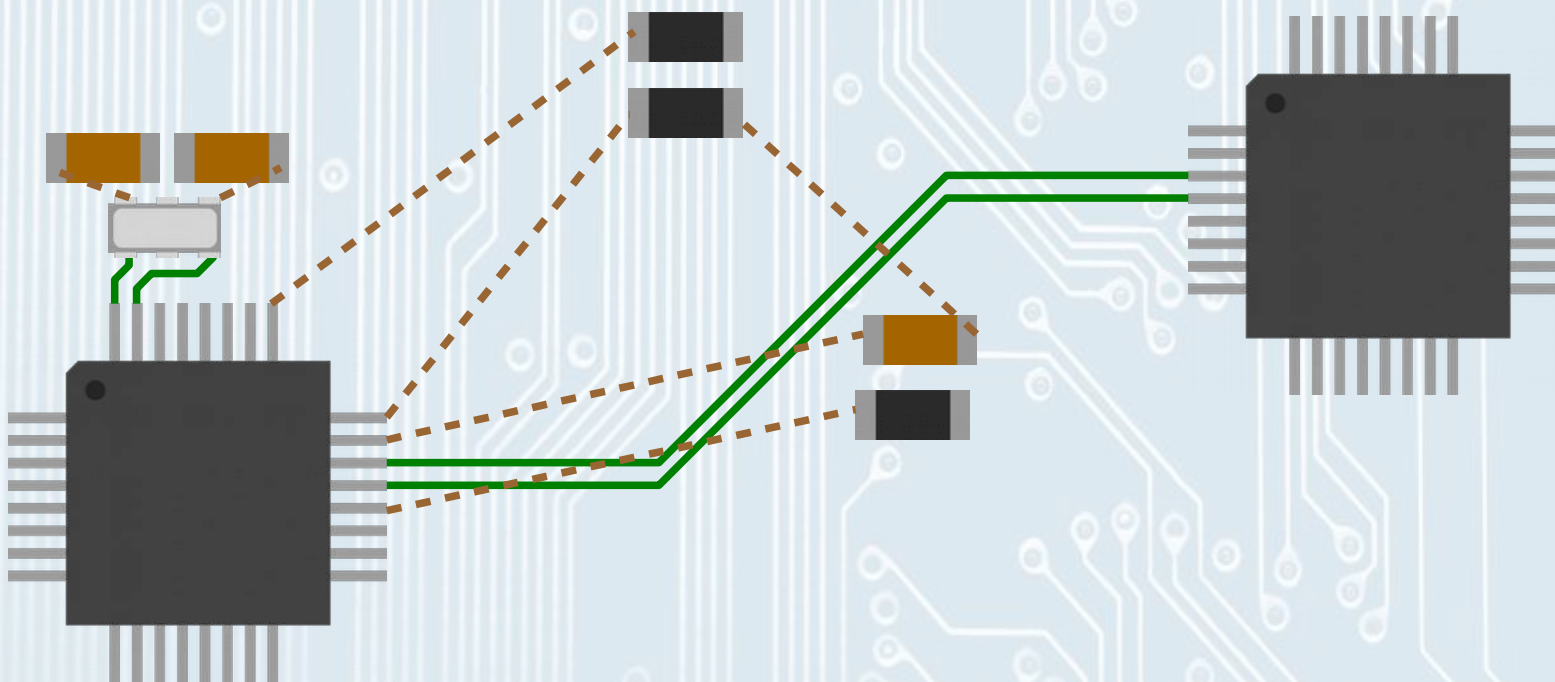


Proceso de fabricación:

En procesos de fabricación antiguos o muy rudimentarios, las pistas con ángulos muy agudos traen problemas con el ataque químico del cobre (etching), en relación con el efecto conocido como "acid-trap".

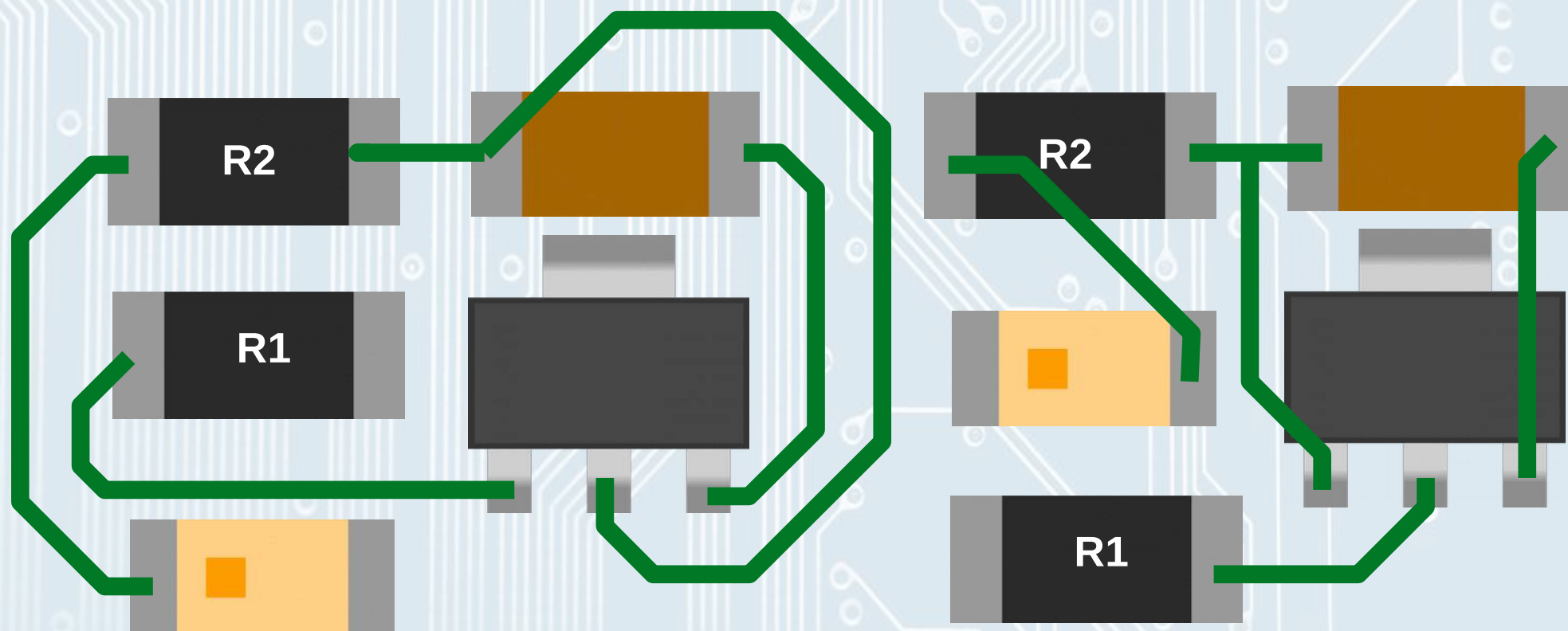
PRIORIDADES DE RUTEO

- Comenzar por las líneas más complejas: diferenciales, impedancia controlada, buses de alta velocidad y señales de reloj.
- Las conexiones obvias, directas y de menor prioridad dejarlas para el final.



Conexiones cortas siempre es mejor

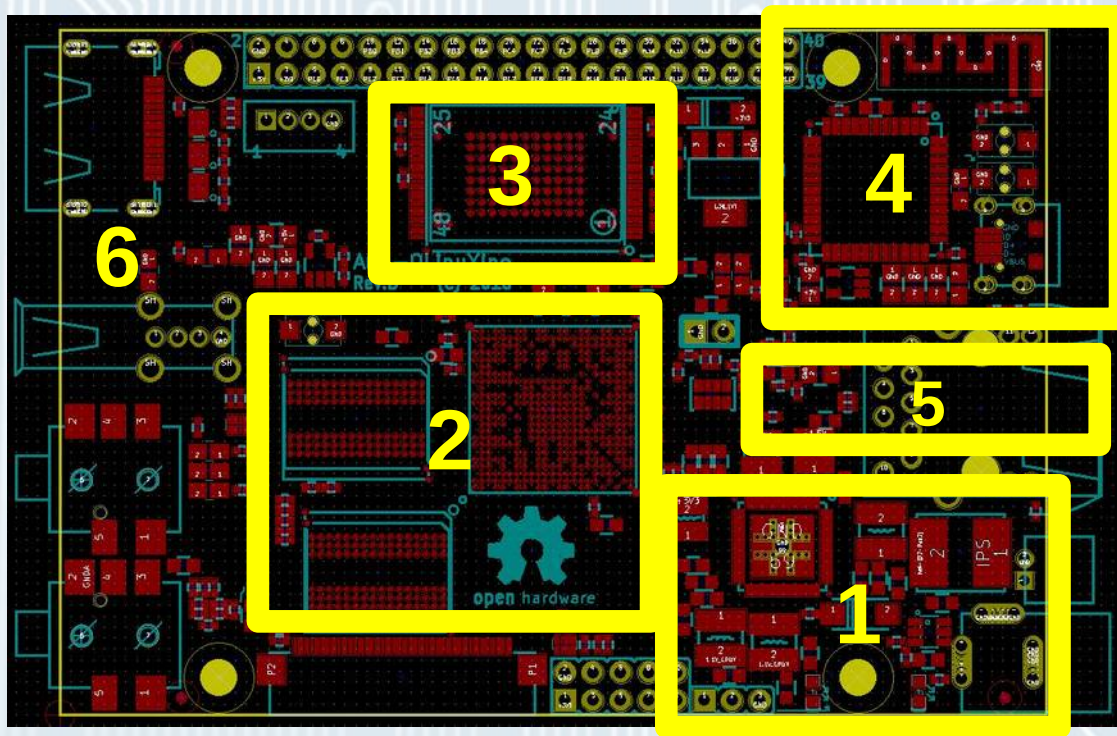
- Salvo raras excepciones, las pistas cortas y directas son la mejor opción
- Se necesita una buena ubicación de componentes para que esto sea posible.



Reubicar componentes de ser necesario.

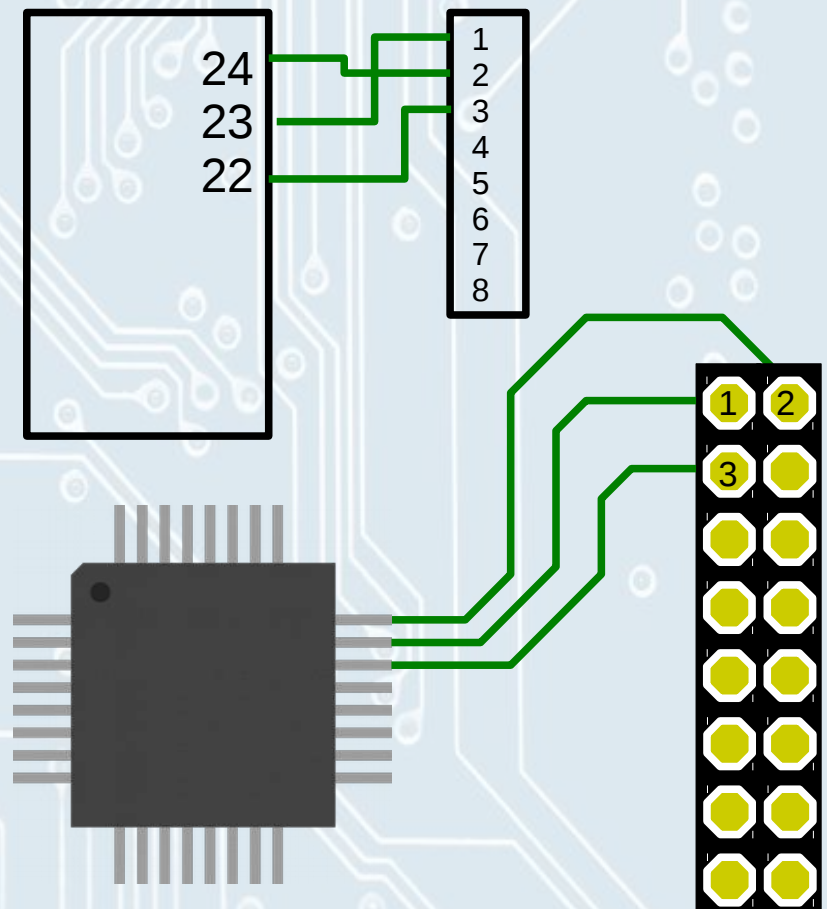
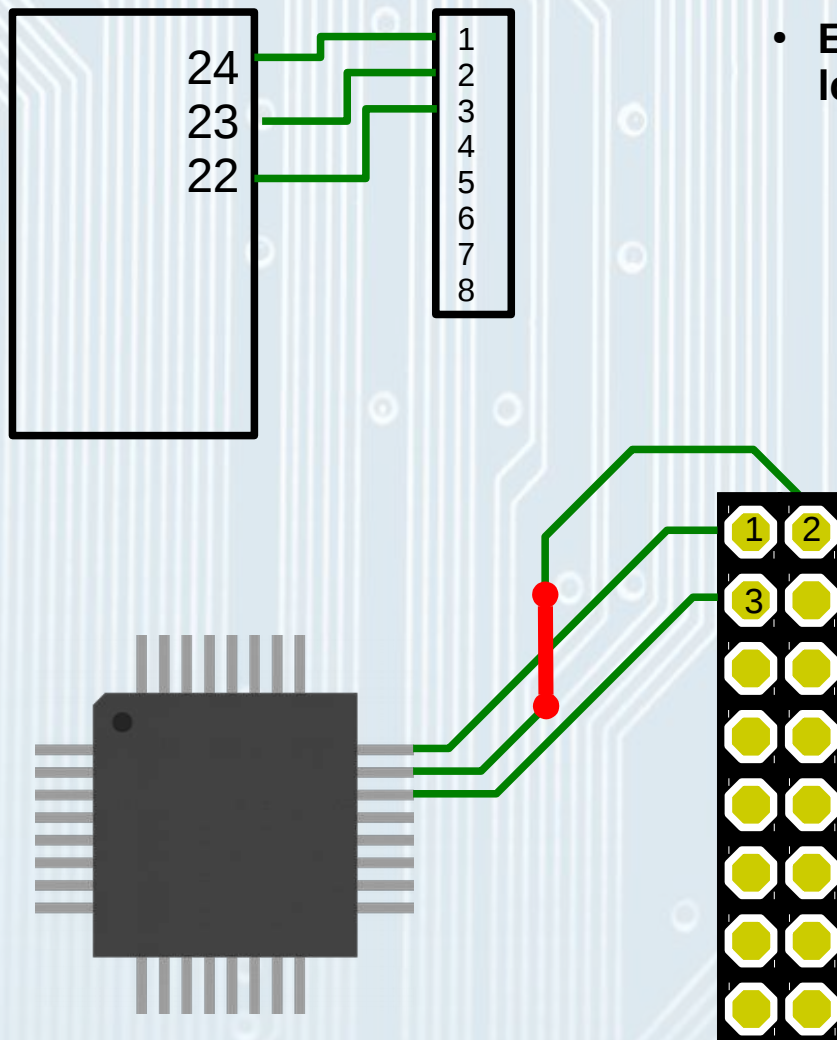
Resolver por bloques

- Resolver el ruteo por bloques funcionales.
- Cada bloque puede tener sus características particulares (alta corriente, baja señal, alta frecuencia, digital, analógico, etc.) y debemos cambiar reglas y métodos.



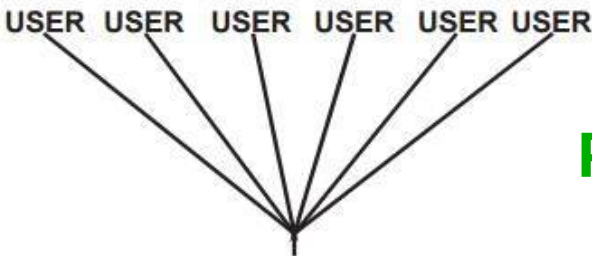
REORGANIZAR ESQUEMÁTICO

- Reorganizar el esquemático puede simplificar considerablemente el ruteo.
- Generalmente puede hacerse en conectores, compuertas, operacionales múltiples, FPGAs, puertos de I/O, integrados de varias unidades equivalentes, etc.
- El desarrollador deberá priorizar la organización lógica o el dibujo del PCB según su criterio.



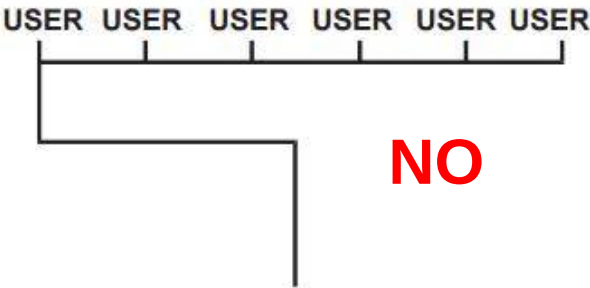
Ruteo de alimentación y señales

Dependiendo del tipo de conexión, debemos considerar la mejor topología para el ruteo.



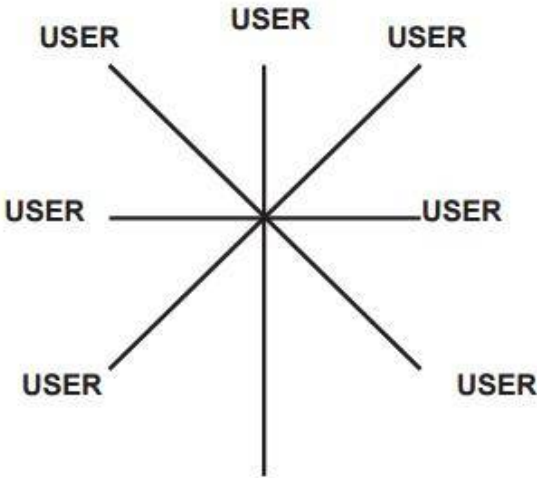
Source
Single Point

POWER



Source
Multipoint

NO



Source "Star"

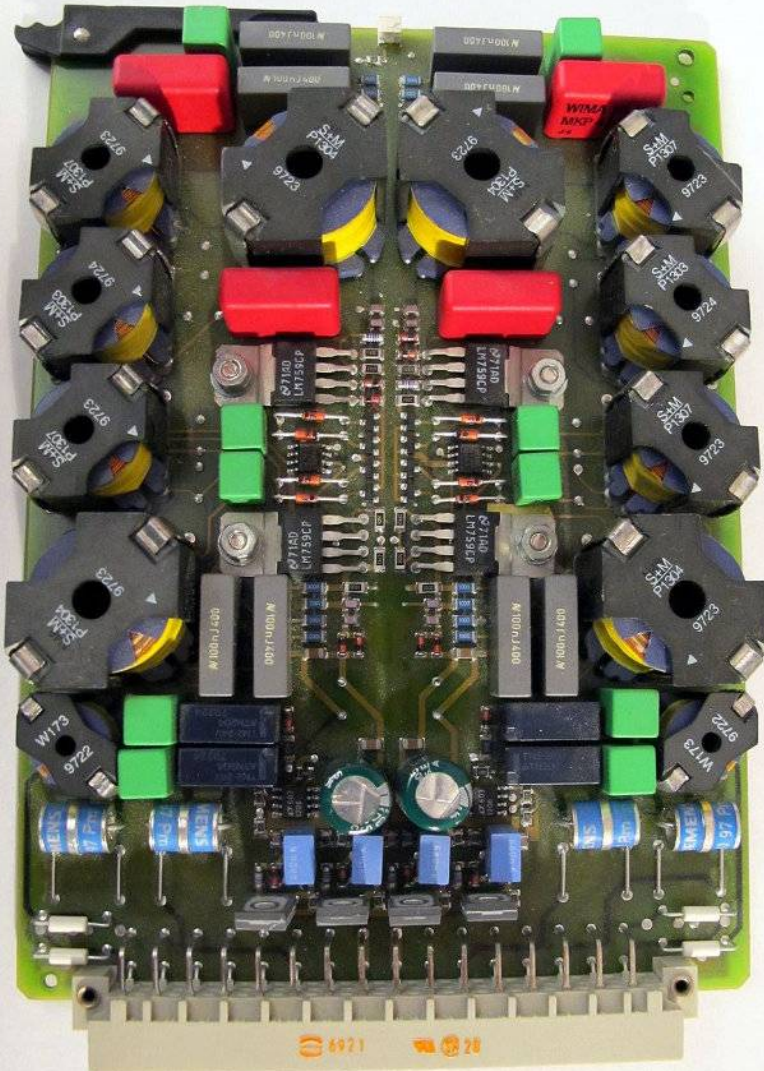
SEÑAL

	Trace Type	
	Power	Signal
Single Point	Best	O.K.
Star	O.K.	Best
Multipoint	Worst	Worst

Explotar las simetrías

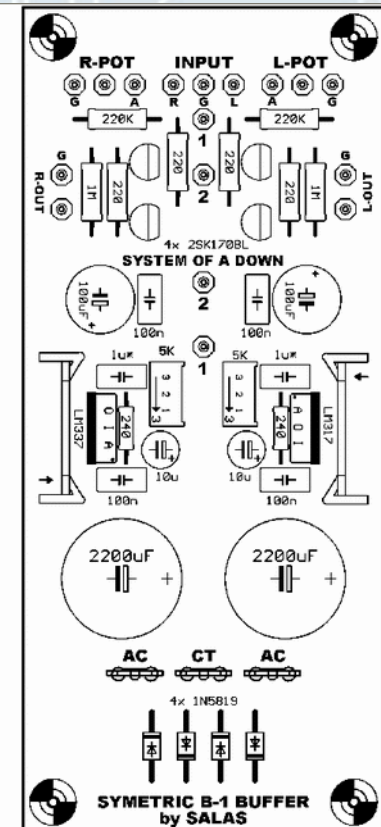
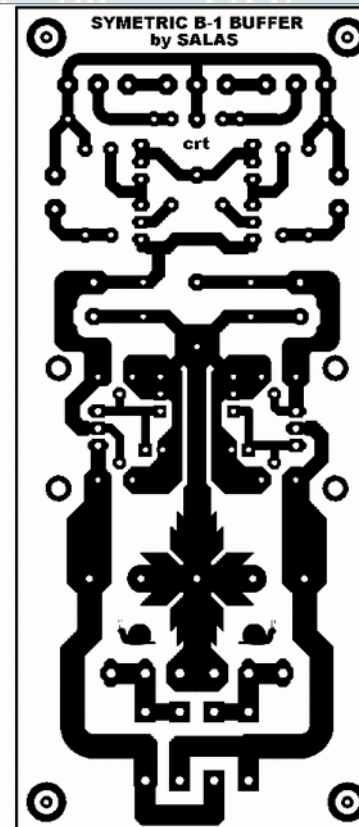
Algunos diseños tienen simetrías evidentes que deben ser aprovechadas por el diseñador del PCB. También debe hacerse a nivel de subbloques como circuitos de E/S en circuitos con microcontroladores.

[https://ca.wikipedia.org/wiki/Eurocard#/media/File:Europkarte_best_%C3%BCckt_100mm_%C3%97_160mm_mit_VG-Leiste_\(DIN_41612\).jpg](https://ca.wikipedia.org/wiki/Eurocard#/media/File:Europkarte_best_%C3%BCckt_100mm_%C3%97_160mm_mit_VG-Leiste_(DIN_41612).jpg)



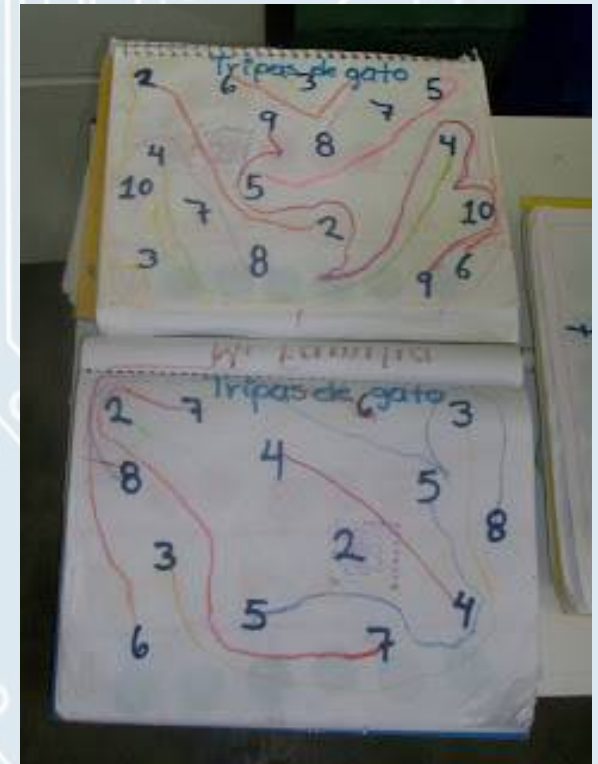
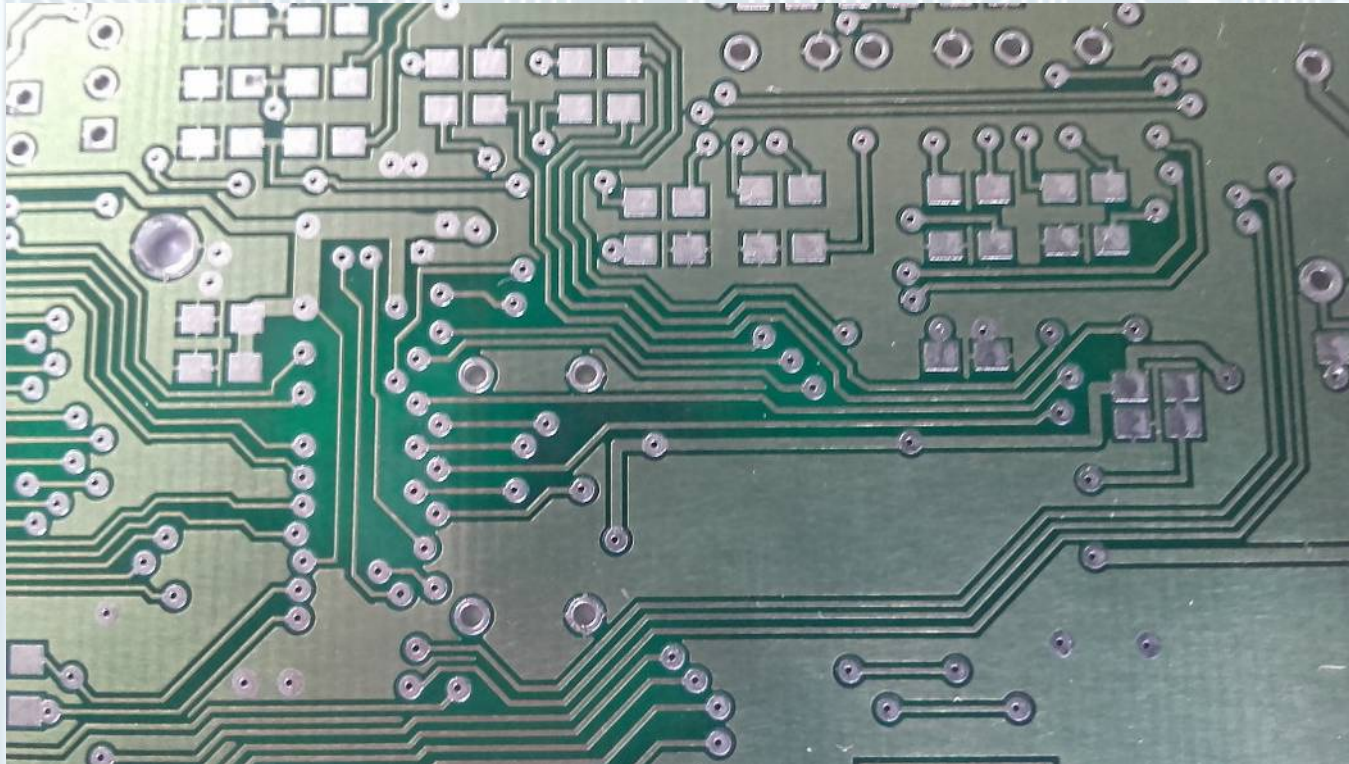
Ejemplos clásicos son:

- Amplificadores estereo.
- Fuentes partidas.
- Circuitos de varias E/S.
- Subcircuitos idénticos.



Ruteo laberinto

Se intenta llegar como se pueda de un punto a otro, evitando los obstáculos.
Es la única opción en circuitos simple faz.



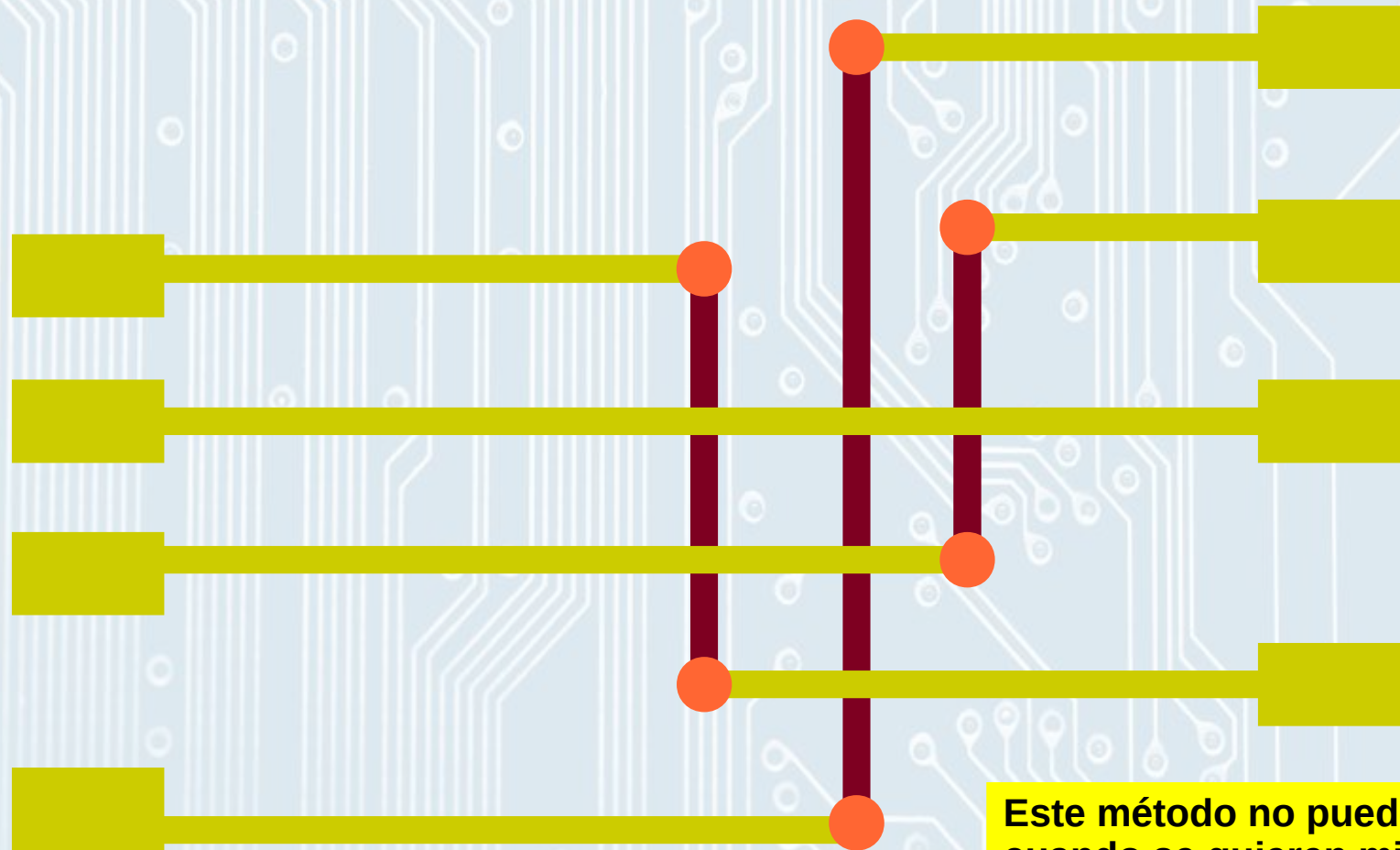
http://3.bp.blogspot.com/_DW3PIWrPbNA/SjK_saqReAI/AAAAAAAAAEA/DQA_uaCMDZ0/s320/blog+054.jpg

Ruteo X-Y



Ruteo X-Y

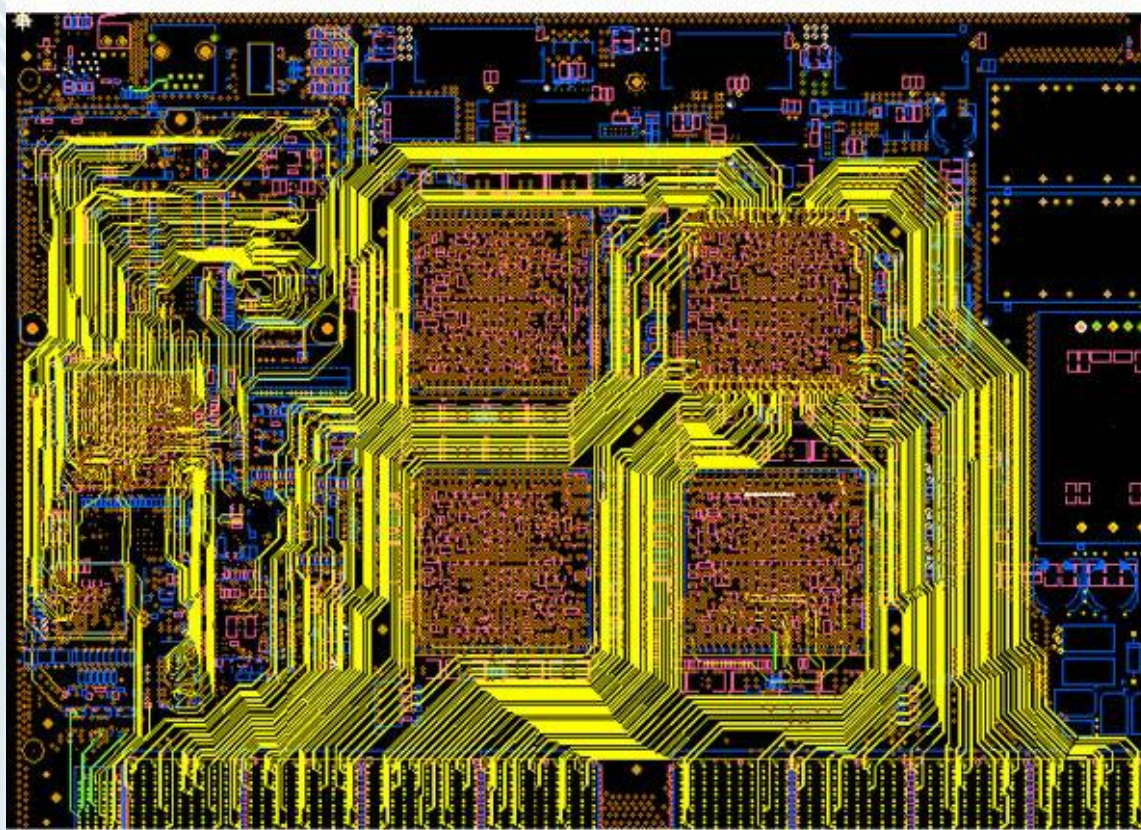
En los circuitos de dos capas, existe una metodología de ruteo llamada X-Y que consiste en unir dos puntos del circuito usando una capa con líneas en el eje X y la otra con líneas en el eje Y solamente.



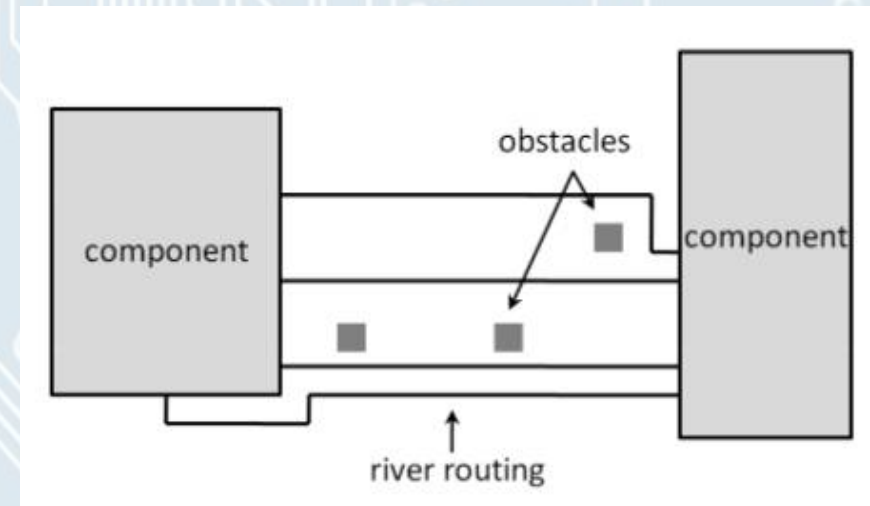
Este método no puede utilizarse cuando se quieren minimizar el uso de vías y acortar algunas distancias.

River routing

Técnica actual para buses, minimizando el uso de vías y buscando utilizar solamente una capa.



http://electronicdesign.com/site-files/electronicdesign.com/files/uploads/2014/09/WTB_PCBRouting_F2_0.jpg

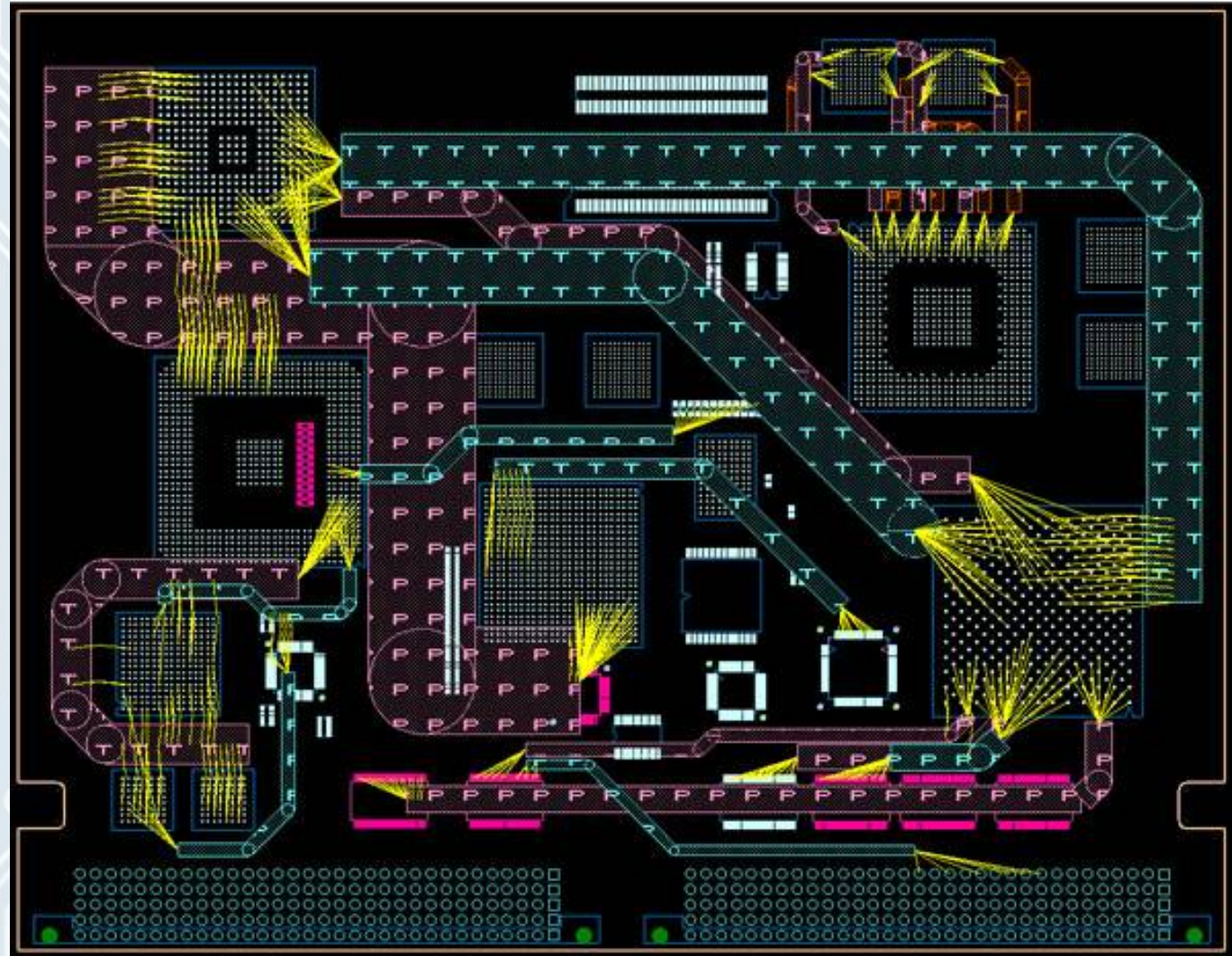


<https://dSPACE.wul.waseda.ac.jp/dSPACE/bitstream/2065/51236/1/Honbun-7269.pdf>

Esta técnica es muy eficiente, pero necesita que las señales origen y destino estén organizadas.

Planificación

Planificar los sectores o corredores por donde irán los ruteos entre los componentes importantes del diseño.

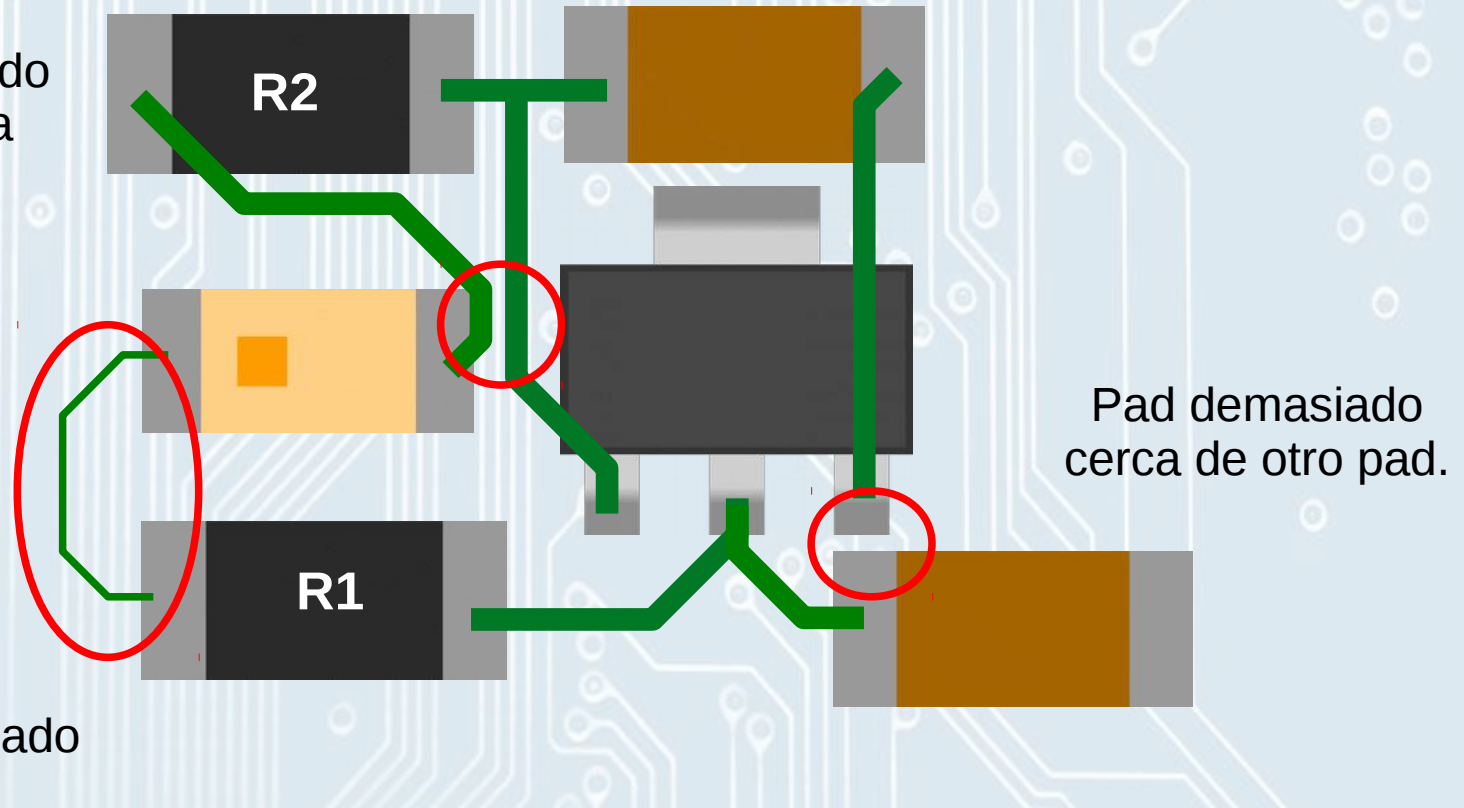


http://electronicdesign.com/site-files/electronicdesign.com/files/uploads/2014/09/WTB_PCBRouting_F3.jpg

Chequeos DRC

Configurar el DRC y utilizarlo para detectar errores en cada etapa de nuestro ruteo.

Pista demasiado cerca de otra pista.

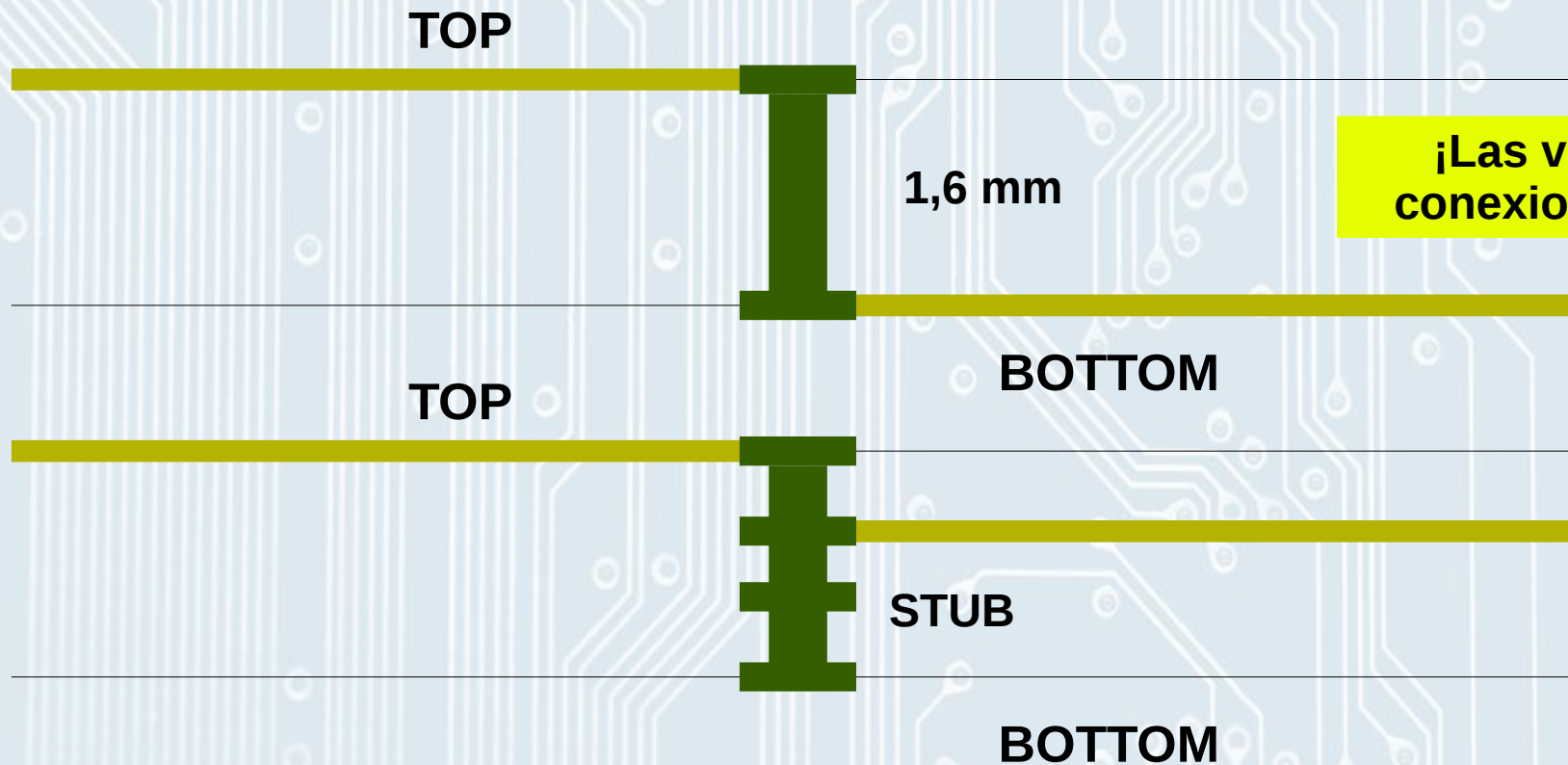


CASOS ESPECIALES

VIAS y STUBS

Efectos de las vías en una señal:

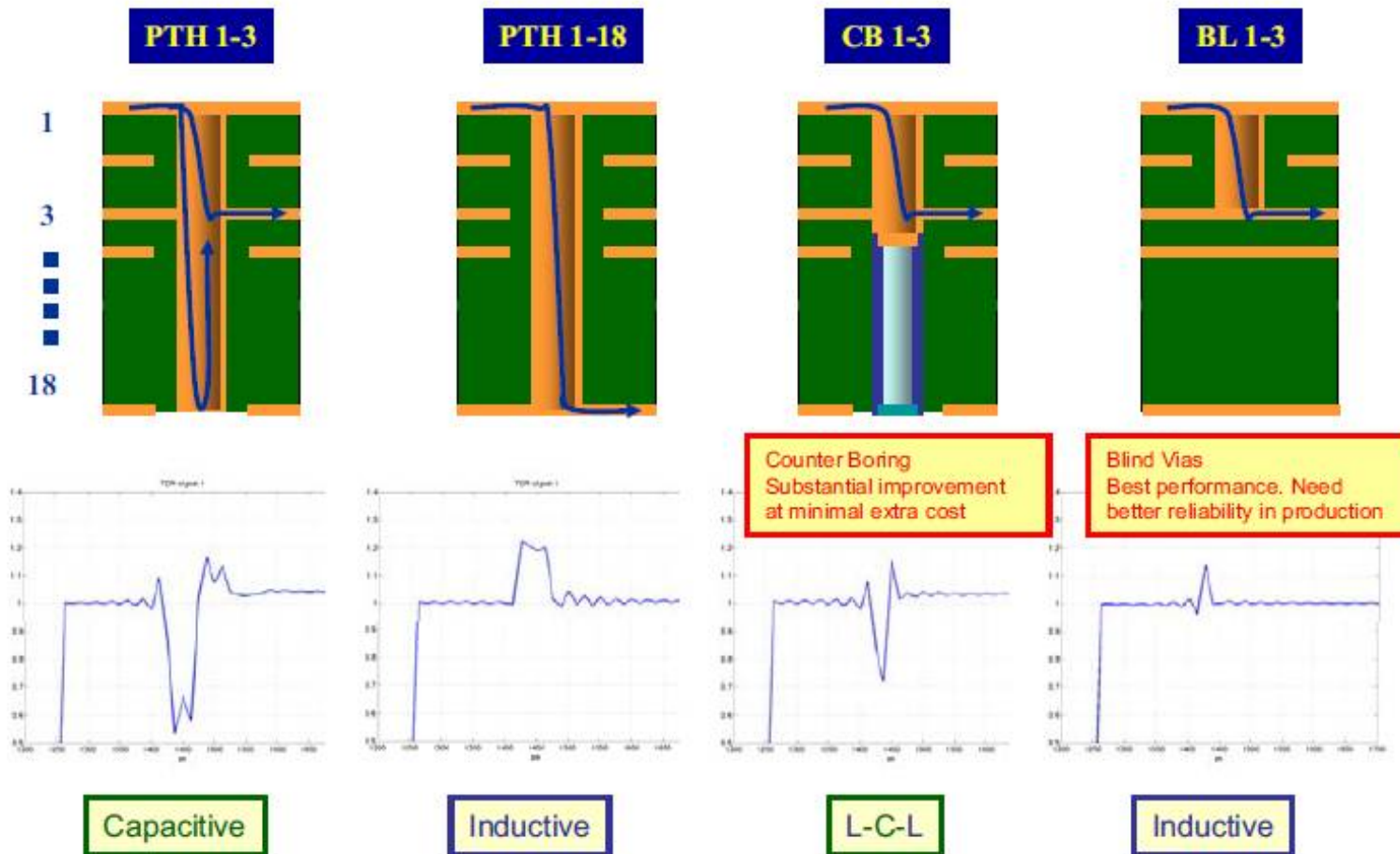
- Agregan una distancia adicional.
- Pueden generar reflexiones, agregar capacidad e inductancia.
- Pueden generar stubs indeseados.



$$\text{Len[in]} < \frac{0.3}{\text{BR[Gbps]}} \quad \text{or} \quad \text{Len[cm]} < \frac{0.75}{\text{BR[Gbps]}}$$

Si la velocidad de transmisión es 1 Gbps, el stub más largo permitido sin que degrade la señal en FR4, es $0.3/1 = 0.3$ pulgadas, o 0.75 cm.

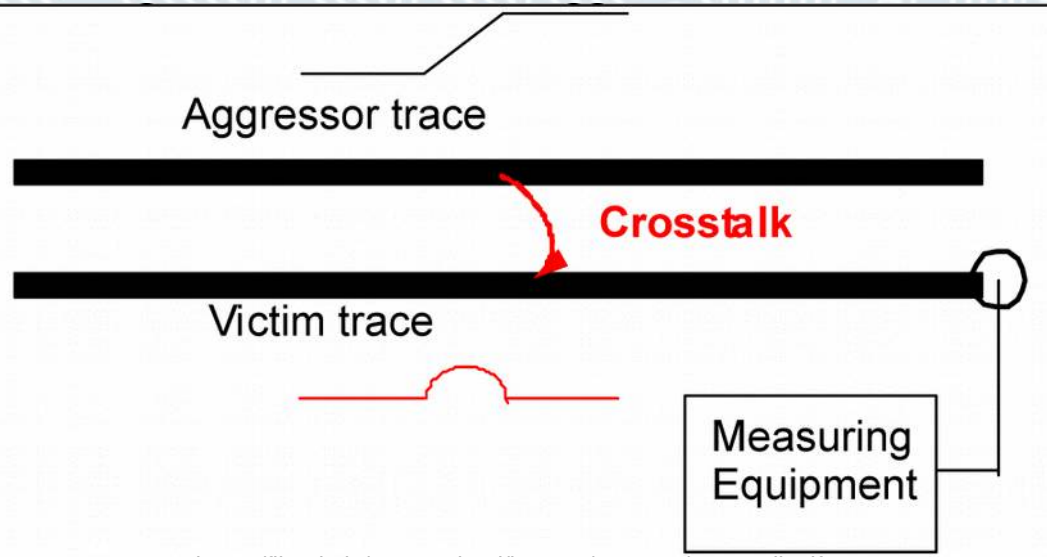
TDR of Different Types of Vias



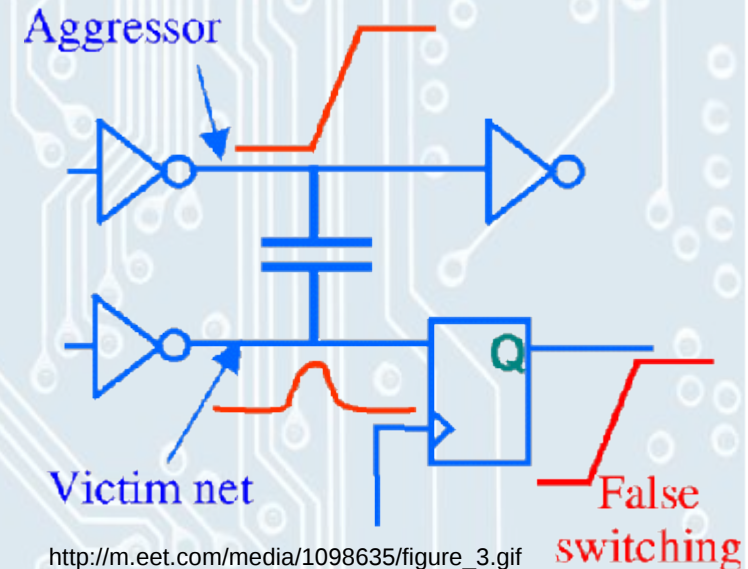
CROSSTALK

Crosstalk es el efecto de interferencia de una señal con la otra.

Se empeora al bajar la distancia entre pistas y al aumentar la longitud bajo influencia del agresor.



http://www.networksecurity.org/fileadmin/user_upload/images/2015-08/Crosstalk.gif



http://m.eet.com/media/1098635/figure_3.gif

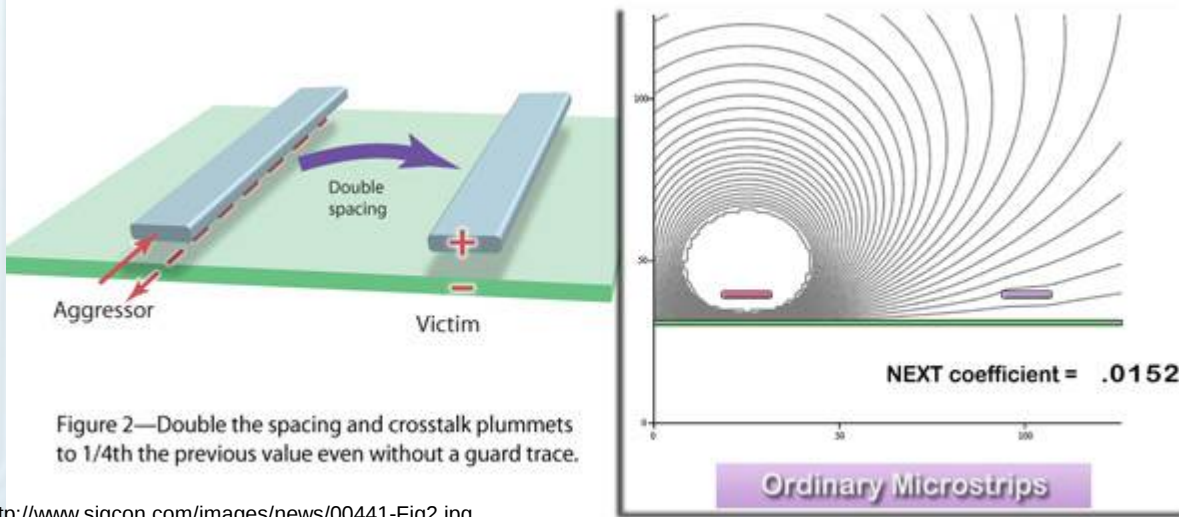


Figure 2—Double the spacing and crosstalk plummets to 1/4th the previous value even without a guard trace.

<http://www.sigcon.com/images/news/00441-Fig2.jpg>

La forma de evitarlo es alejando las señales o colocando guardas de tierra entre las mismas.

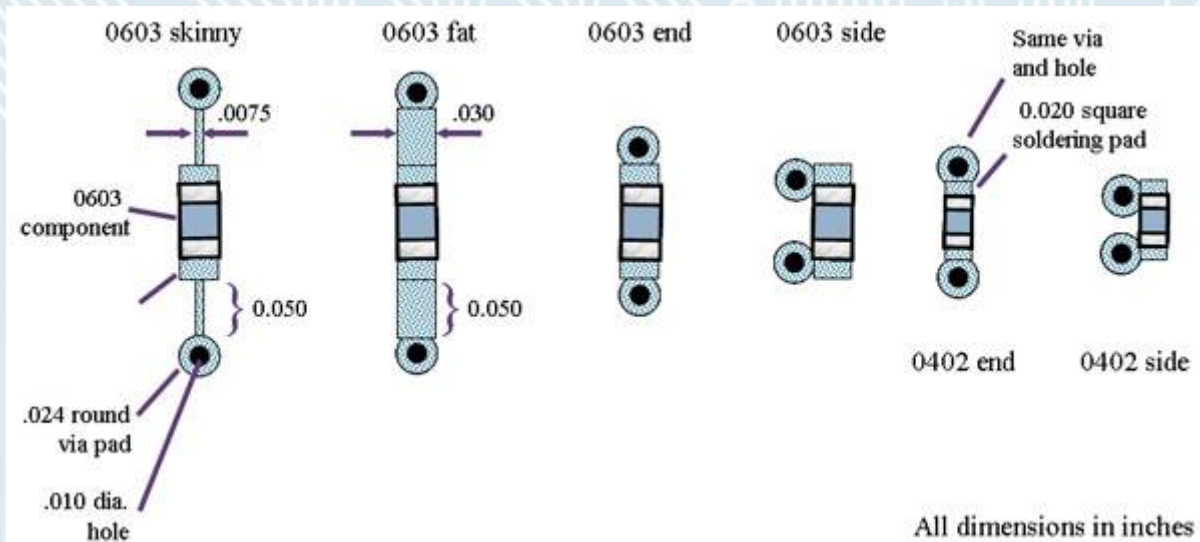
Para líneas de 50 Ohm en FR4, dejar una separación de dos veces el ancho de pista (2W).

<http://www.edn.com/electronics-blogs/all-boards/-/4437717/How-far-is-far-enough--Signal-line-spacing-for-acceptable-near-end-crosstalk--Rule-of-Thumb--20>

Inductancia de la vías

Las vías utilizadas agregan una inductancia indeseada a las conexiones.

Cuando se conectan los capacitores de desacople deben tomarse recaudos para minimizar este efecto.



- Usar vías lo más cortas posibles (dado por la distancia al plano de alimentación).
- Usar trazos gruesos.
- Usar componentes pequeños.
- Vías cerca del pad.

Via length	0603 skinny	0603 fat	0603 end	0603 side	0402 end	0402 side
.004	1.51	0.95	0.50	0.36	0.42	0.26
.006	1.77	1.17	0.59	0.46	0.50	0.32
.010	2.18	1.52	0.77	0.61	0.67	0.40
.020	2.87	2.23	1.16	0.85	1.01	0.60

Table 1-Parasitic Inductance of Bypass Capacitors, nH, hole dia. 0.010 in.

http://www.sigcon.com/Pubs/news/6_09.htm

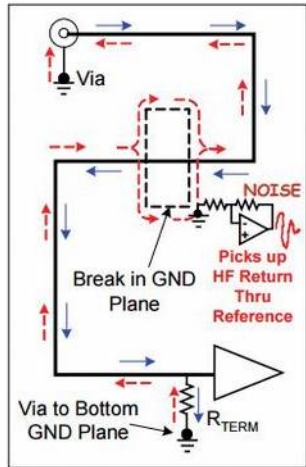
Camino de retorno

El camino de retorno en baja frecuencia es el camino de menor resistencia.

En alta frecuencia es distinto, y resulta de la ruta de menor impedancia, siguiendo la misma ruta de ida.

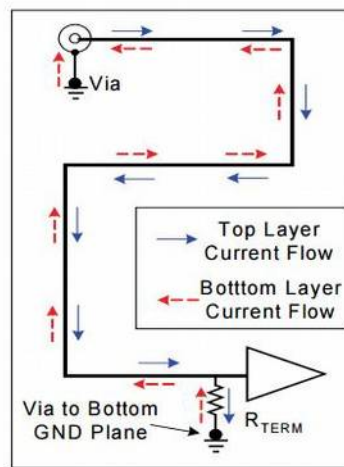
High Frequency Input Current Path

High Frequency Current Paths Always Follow the Path of Least Impedance - Not Resistance.



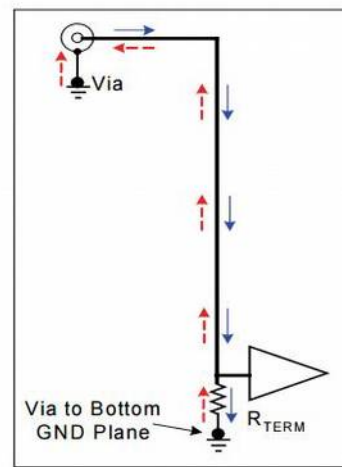
WORST

Large Current Loop +
Discontinuous GND
Plane



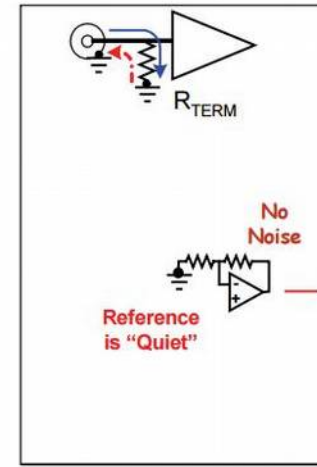
BAD

Large
Current Loop



BETTER

Reduced
Current Loop



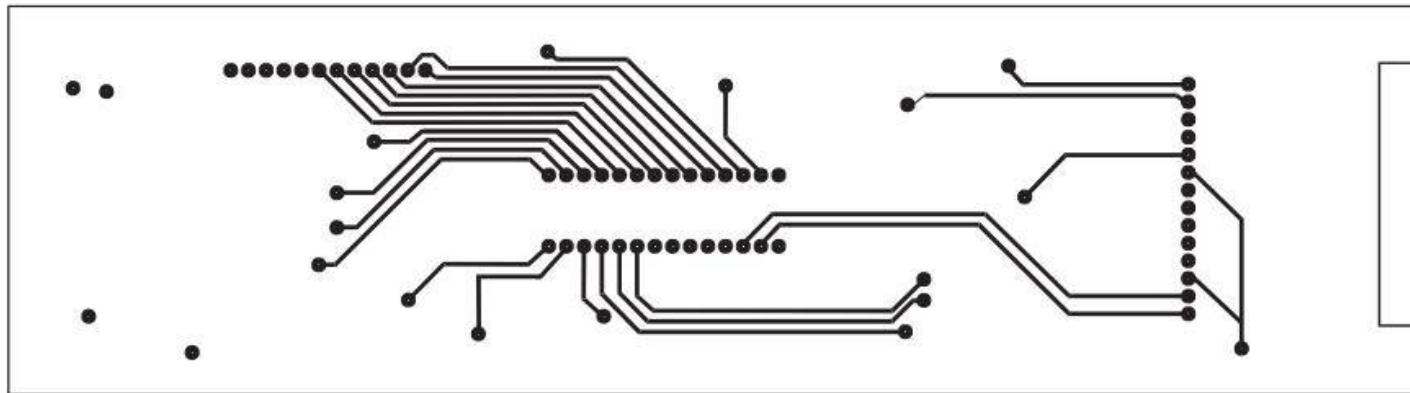
BEST

Minimum Current
Loop

- Es importante pensar en el camino de retorno.
- Se debe tener cuidado al cortar un plano de referencia.

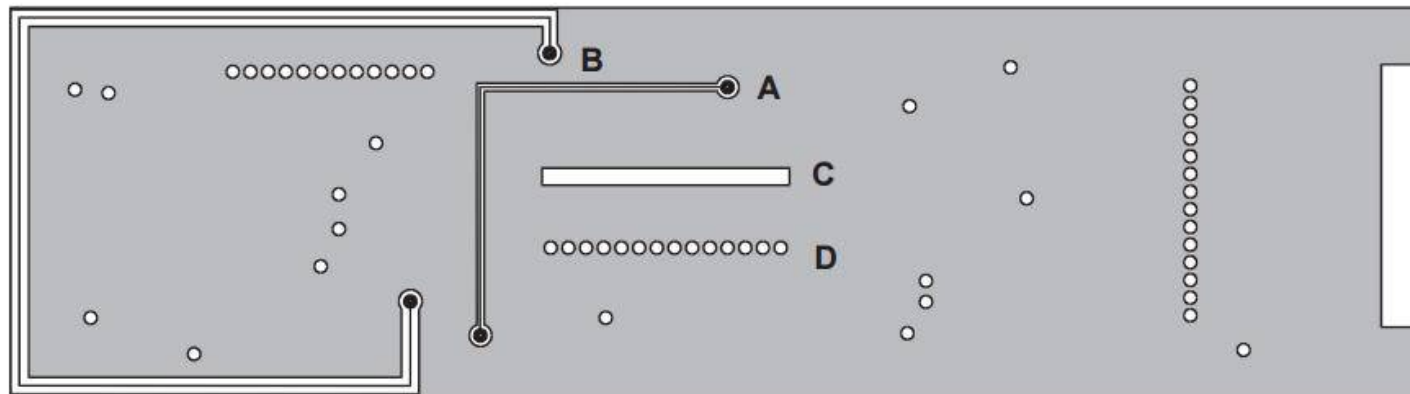
Camino de retorno

Al utilizar un plano de referencia, pensar siempre en el camino de retorno.



<http://www.ti.com/lit/an/szza009/szza009.pdf>

Ground Plane

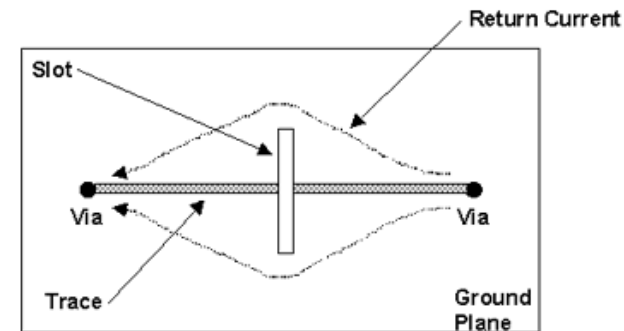


A POOR – Buried trace cuts ground plane into two parts

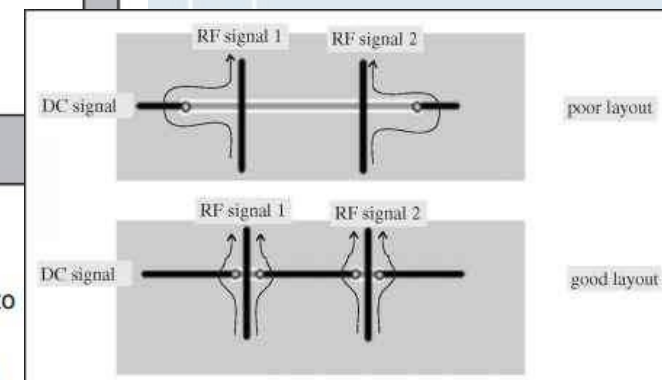
B BETTER – Buried trace around the perimeter
Best solution is no trace at all in the ground plane

C POOR – Slot formed by 100-mil spacing cuts up ground plane and focuses slot antenna radiation into that connection

D BETTER – Ground plane extends between 100-mil centers



SLOTTED GROUND PLANE



<http://www.freeenergyplanet.biz/electromagnetics-explained/differential-mode-and-common-mode-radiation.html>

Planos de tierra analógico y digital

Cuando es necesario definir área de señales digitales y área de señales analógicas, es importante la utilización adecuada de los planos de tierra.

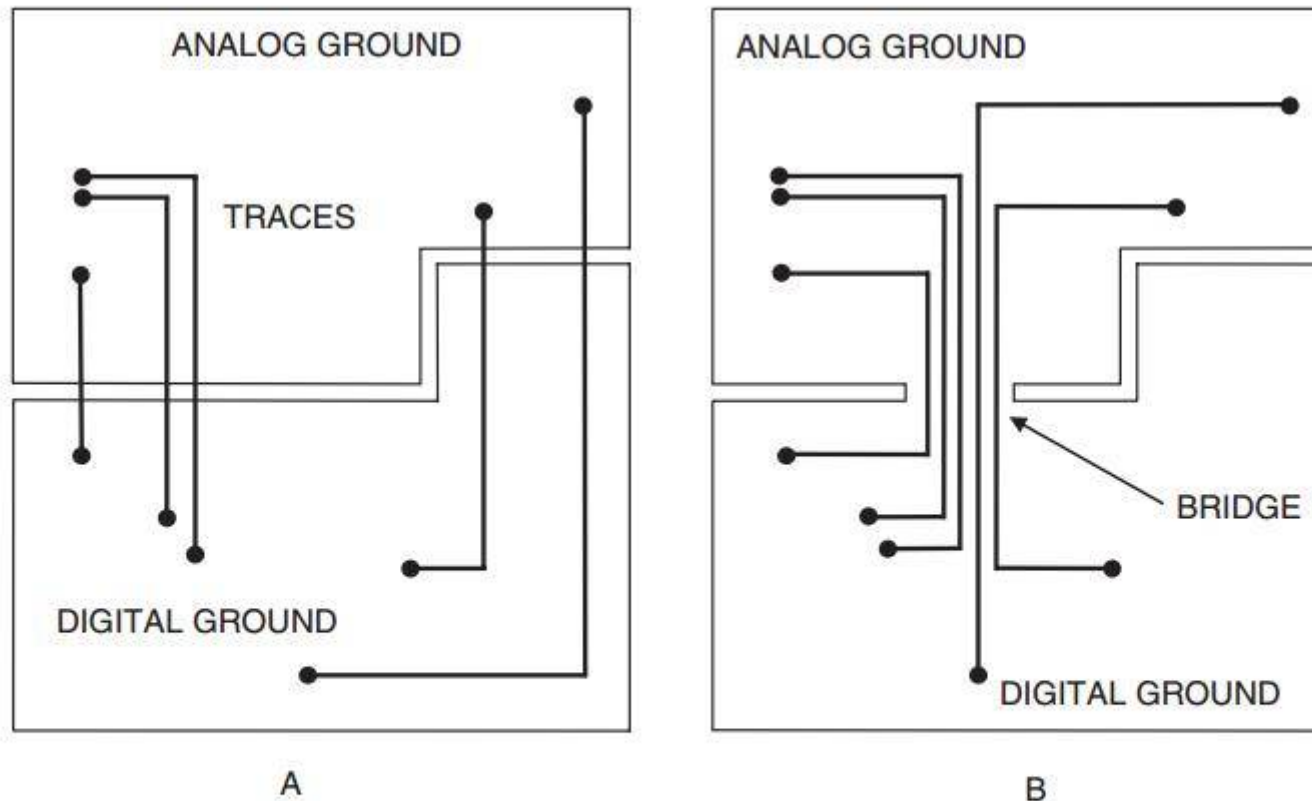
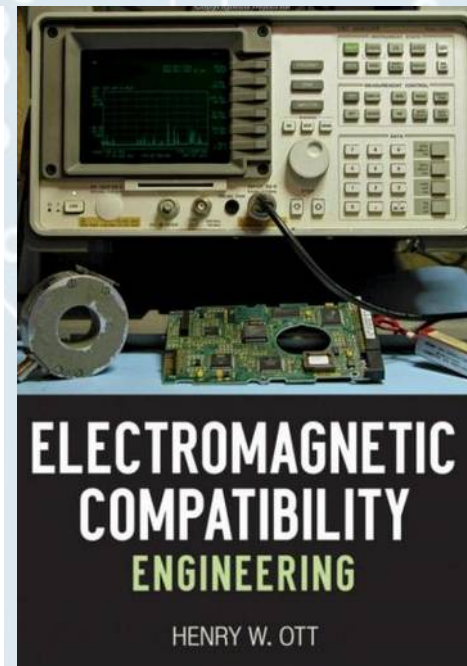


FIGURE 17-1. (A) Signal traces crossing over a split between the analog and digital ground planes. (B) Signal traces crossing over a bridge between the analog and digital ground planes.



Consultar el capítulo 16 "PCB Layout and Stackup" del libro "Electromagnetic Compatibility Engineering" de Henry W. Ott

Planos de tierra en E/S

Cuando es necesario definir área de señales digitales y área de señales analógicas, es importante la utilización adecuada de los planos de tierra.

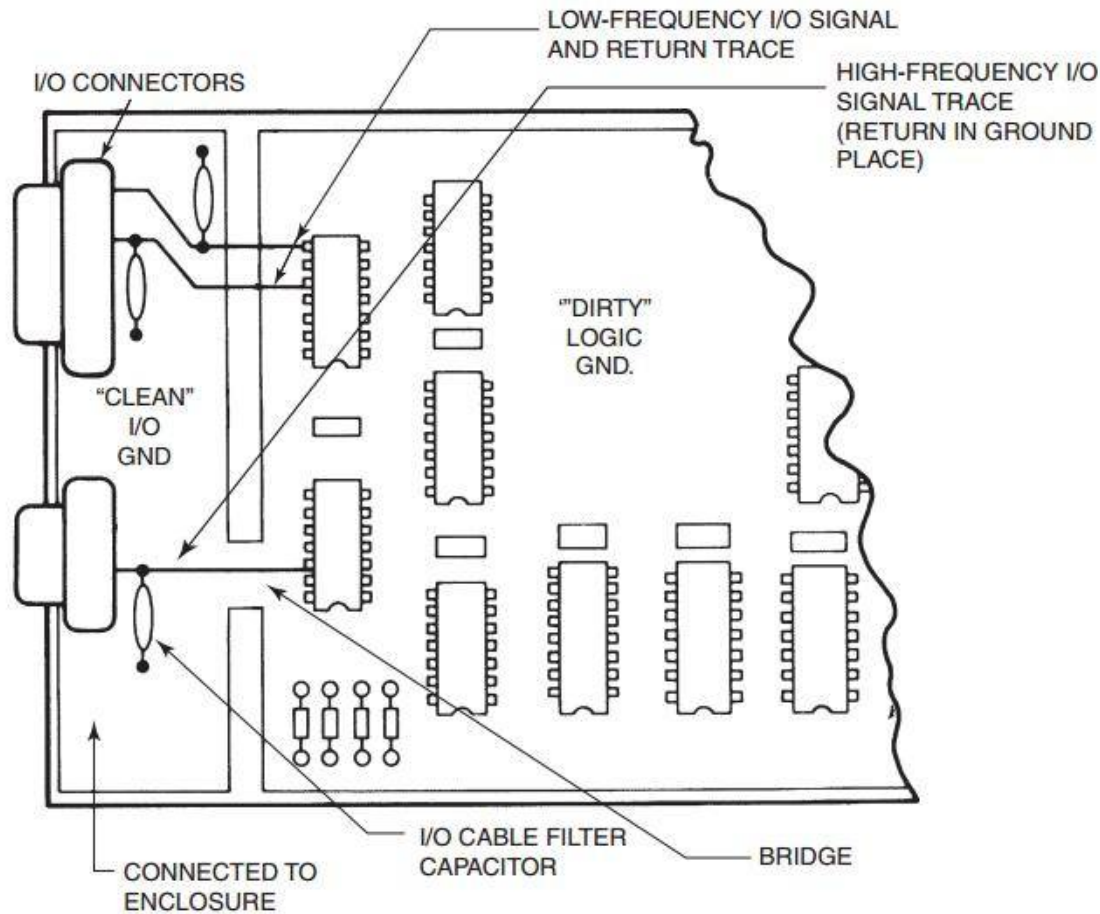
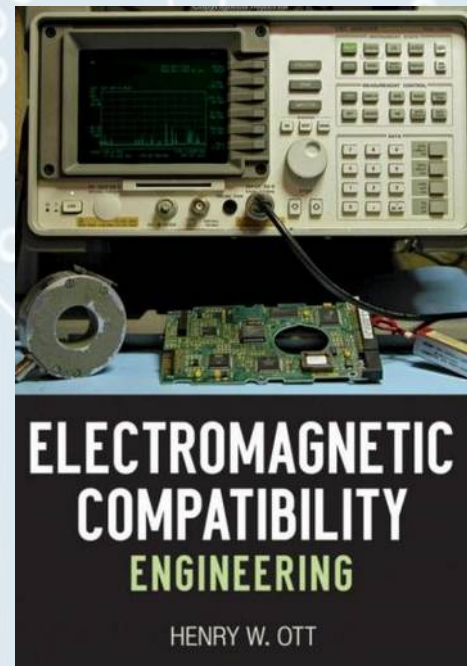


FIGURE 12-15. Digital PCB with a separate "clean" I/O ground plane that contains only I/O cable filter capacitors and connectors.



Consultar el capítulo 12 "Digital Circuit Radiation" del libro "Electromagnetic Compatibility Engineering" de Henry W. Ott

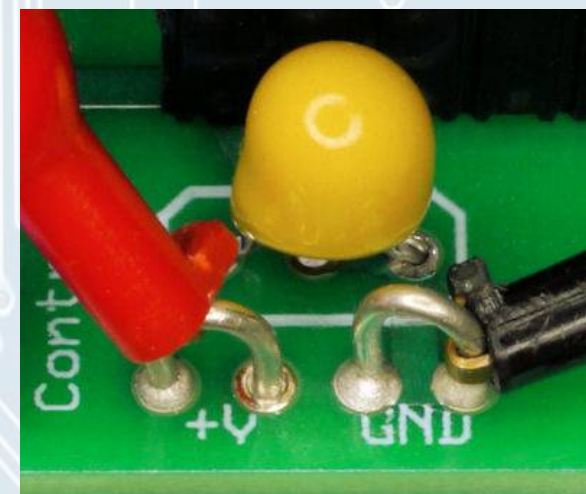
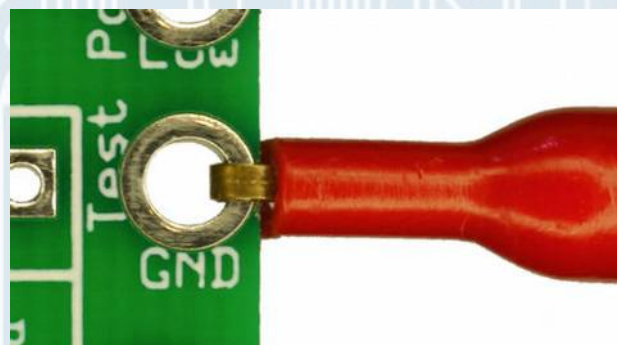
ESTRUCTURAS DE VERIFICACIÓN

Puntos de prueba

Considerar la puesta en marcha de un circuito, para lo cual puede ser necesario utilizar instrumental de medición o medir en nodos internos de difícil acceso.

En esos casos es conveniente colocar puntos de prueba o testpoints, tipo pad TH (pin), o pad SMD.

También se colocan testpontos tipo pad para las pruebas de calidad de las placas en fábrica (cama de clavos).



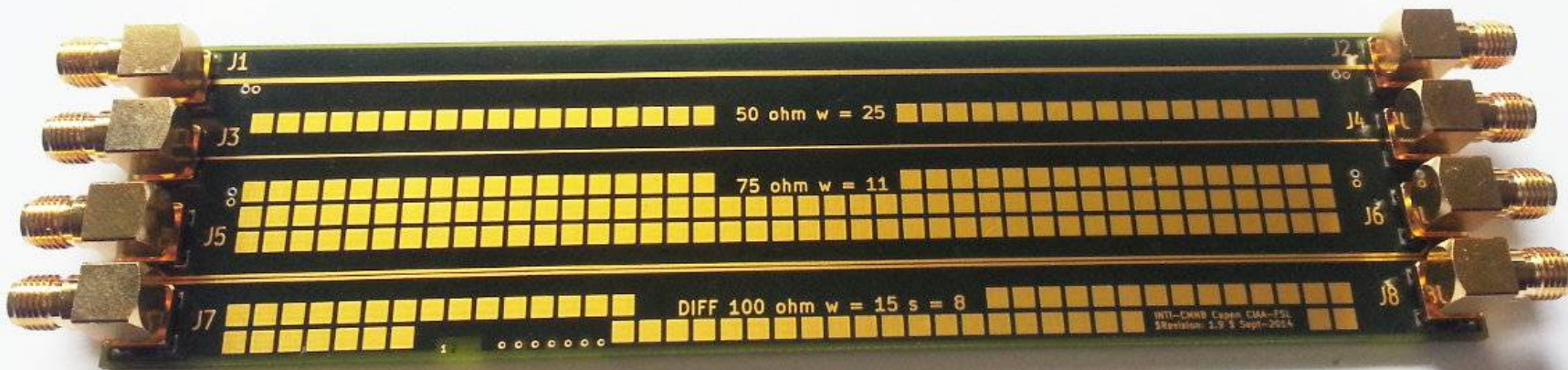
Cupón de test

Los cupones son circuitos simples que se fabrican en el borde del panel o de cada PCB para verificar aspectos constructivos del fabricante como la impedancia o los espesores.

NORMAS

IPC-2141A Design Guide for High Speed Controlled Impedance Circuit Boards

IPC-TM-650 Characteristic Impedance of Lines on Printed Boards by TDR



Cupón de test de la CIAA-FSL

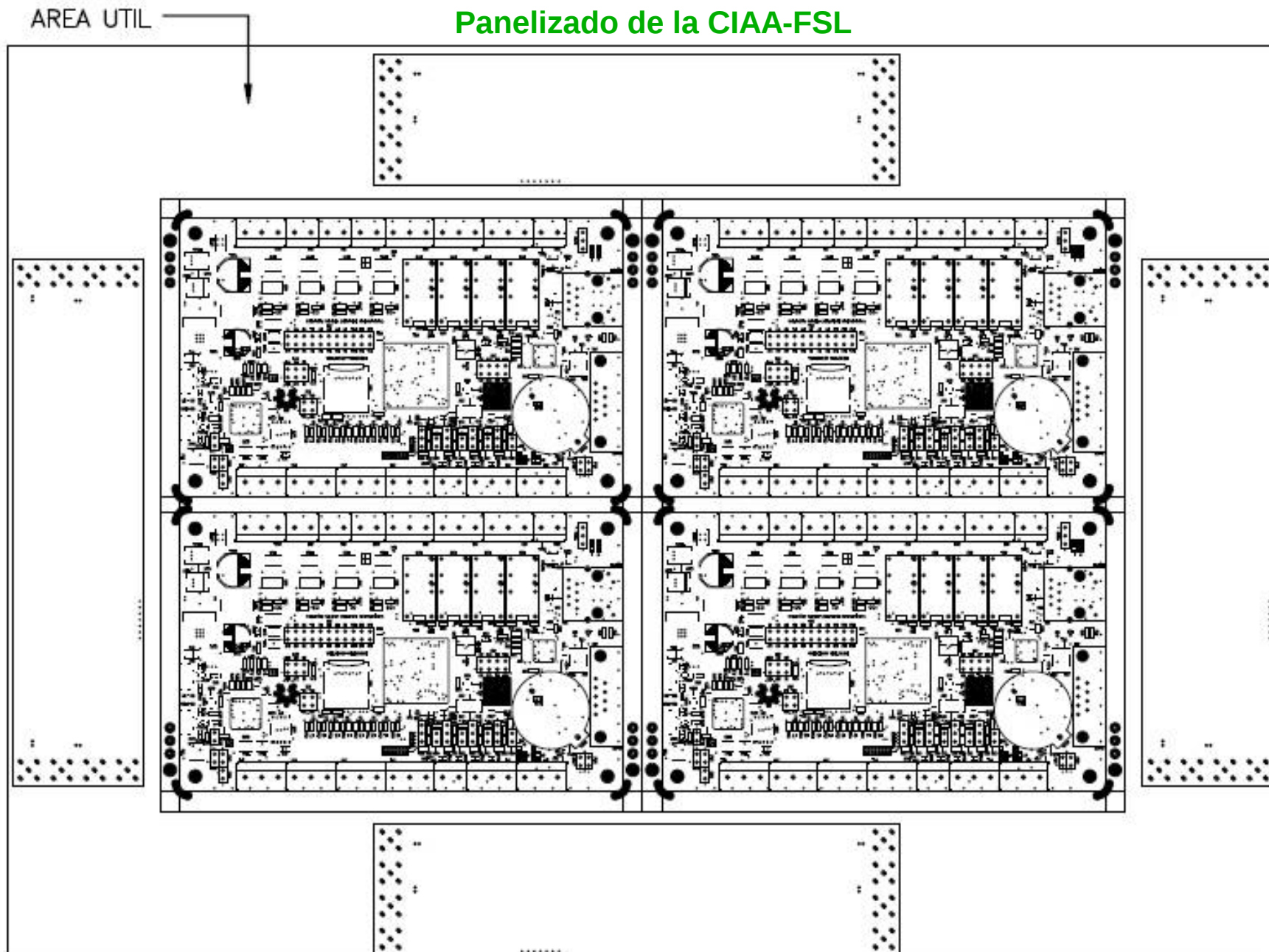
QUÉ TIENEN LOS CUPONES?

- Microstrip simple y/o diferencial.
- Striplines simple y/o diferencial.

UTILIDADES

- Control de calidad pre y post-venta de cada tanda de circuitos.
- Medir con un VNA o TDR la impedancia de las diferentes líneas de transmisión para caracterizar los materiales.
- Medir la impedancia de desacople entre planos.
- Medir con microscopio el espesor de cada layer y la distancia entre los mismos.
- Inspeccionar las vías.

Cupón de test

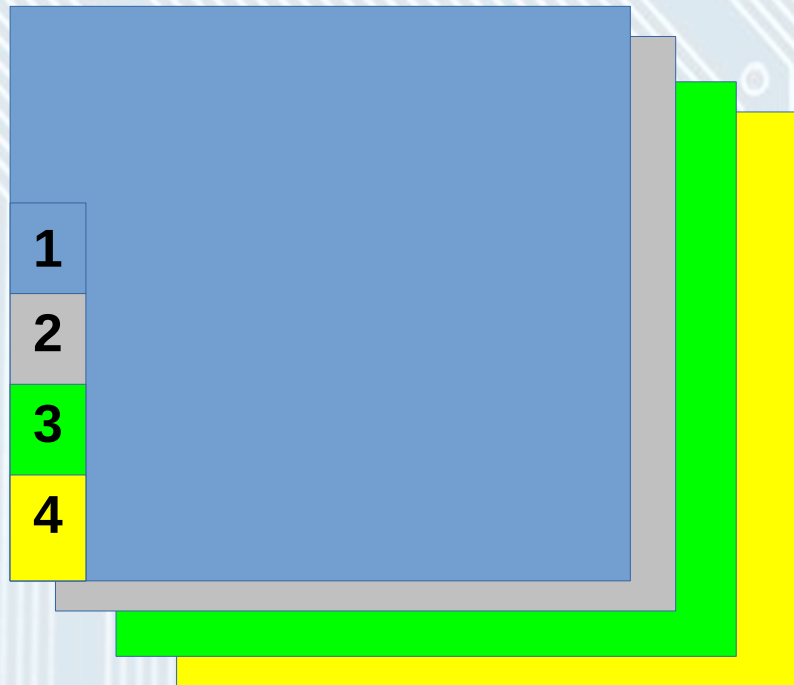


Cupón de test

Panelizado de la CIAA-FSL

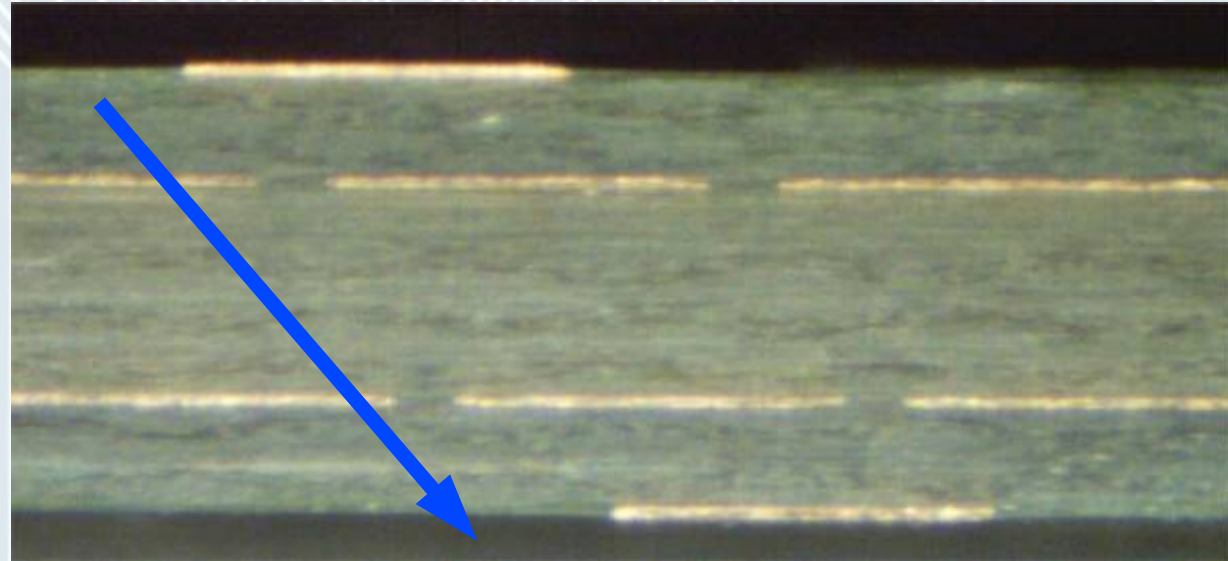


Verificador de capas

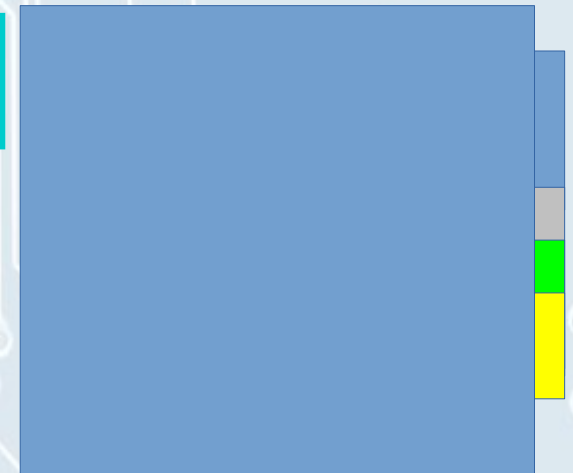


**COLOCAR IDENTIFICADOR
DE CAPA**

En el PCB se colocan estructuras para verificar el orden adecuado de las capas de cobre. Especialmente las internas.



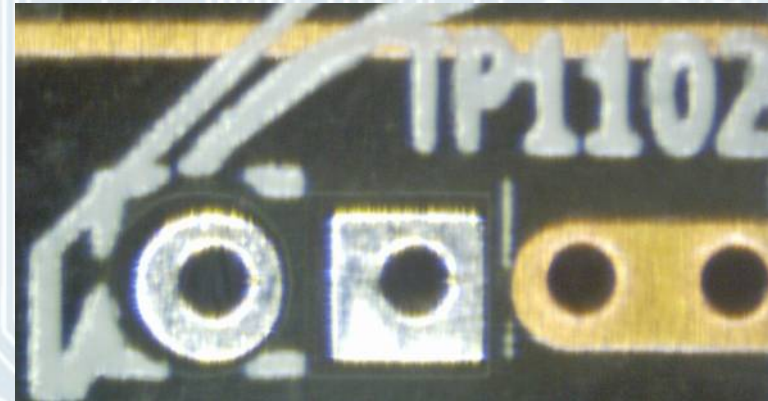
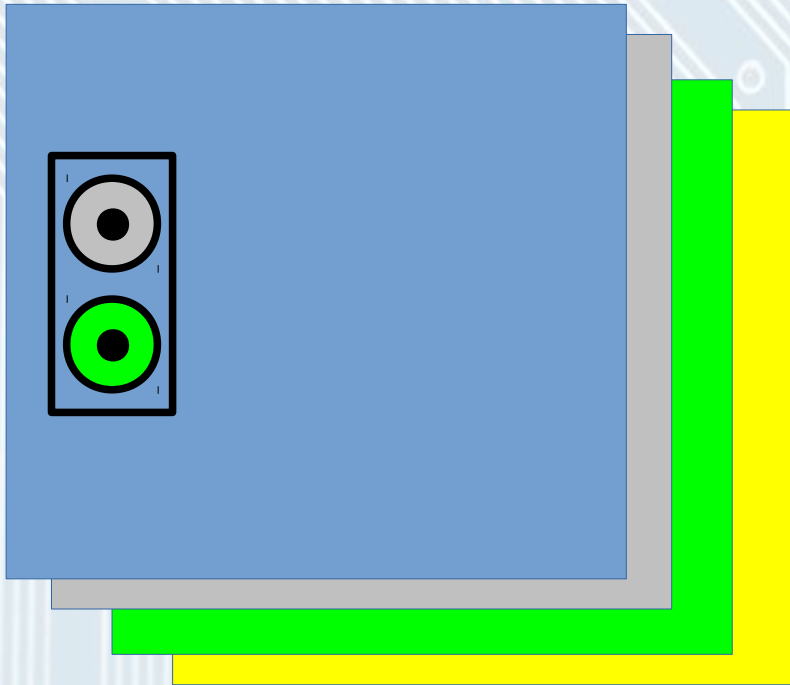
**AREAS DE
COBRE DESFASADAS
EN EL BORDE DEL PCB**



En este último, se debe avisar al fabricante que el área de cobre sobre una línea de corte es intencional.

Medición de capacidad

La capacidad distribuida de nuestro PCB puede ser de gran importancia para el cálculo de la red de capacitores de desacople. Especialmente la capacidad entre los planos de alimentación.



Estos puntos de medición sirven para medir la capacidad distribuida y su respuesta en frecuencia antes y después de soldar los capacitores de desacople.

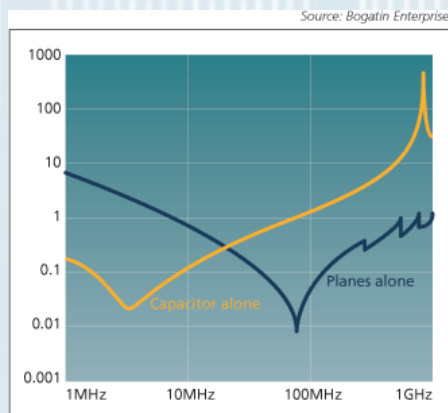


FIGURE 1 Impedance of a 1uF capacitor and a 5x5in power and ground plane pair



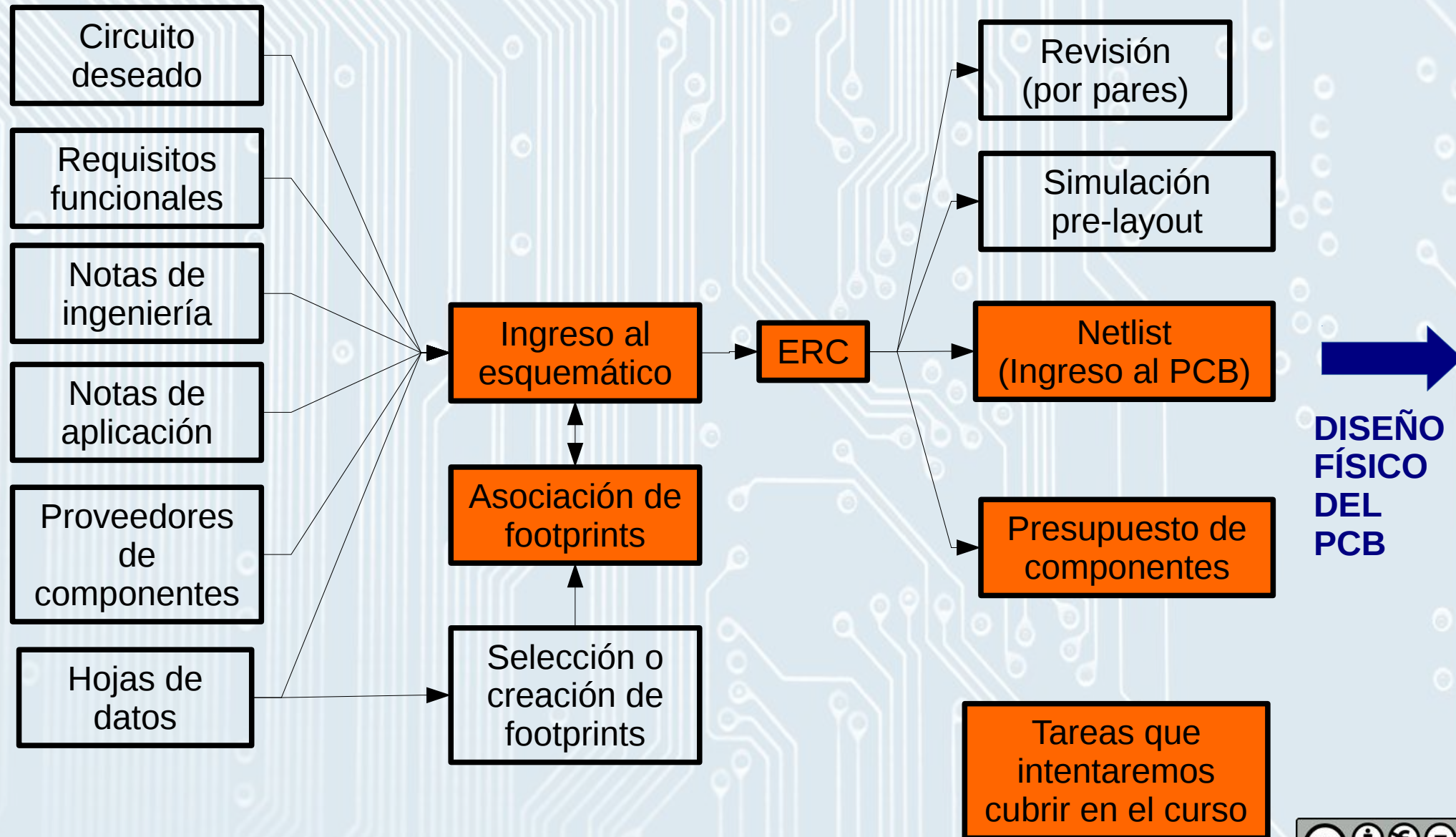
FIGURE 2 Impedance profile of a capacitor mounted on a power/ground plane pair showing the parallel resonance peak



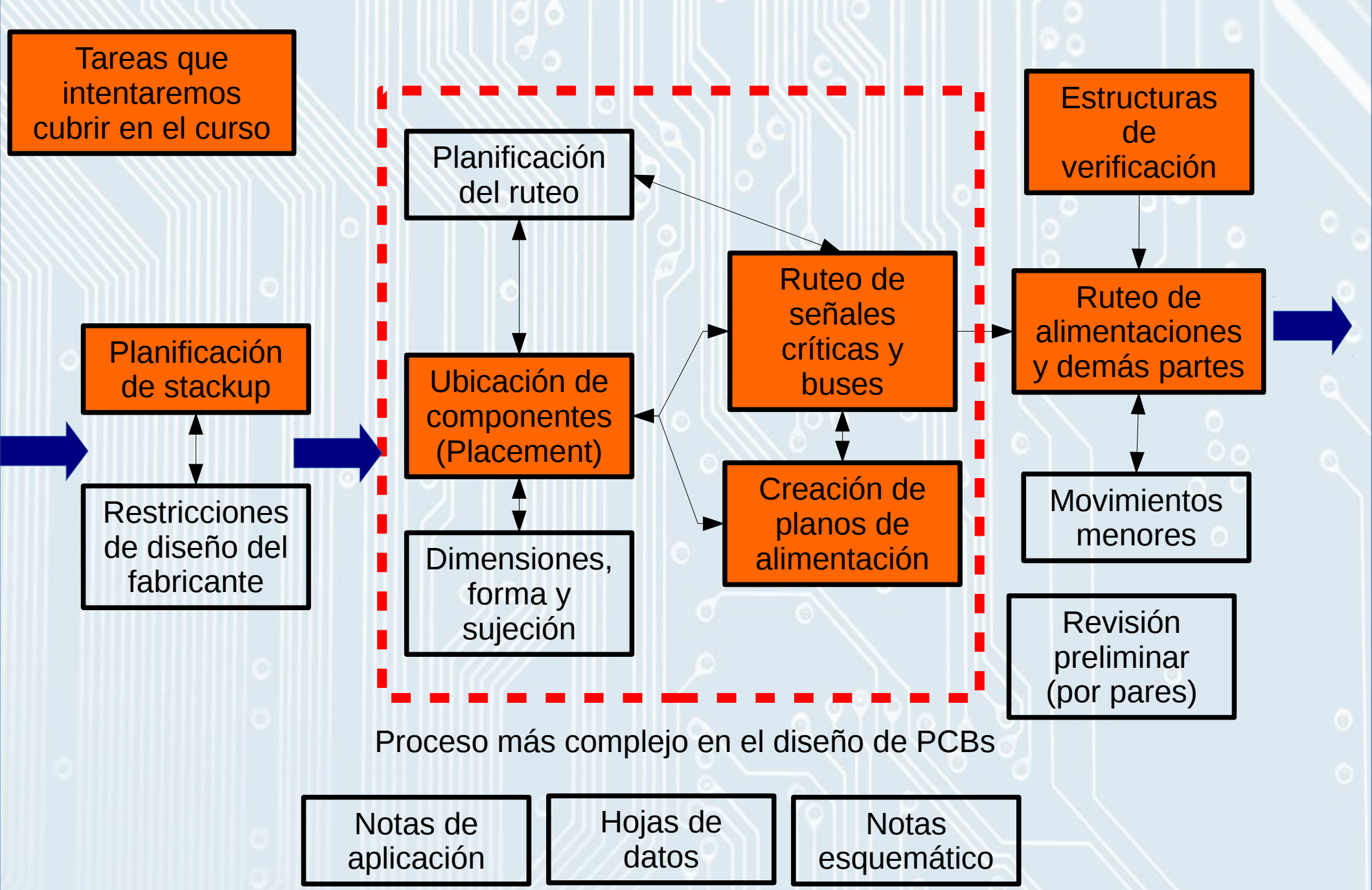
FLUJO GENERAL DE DISEÑO DE UN PCB

Proceso de diseño de un PCB - Esquemático

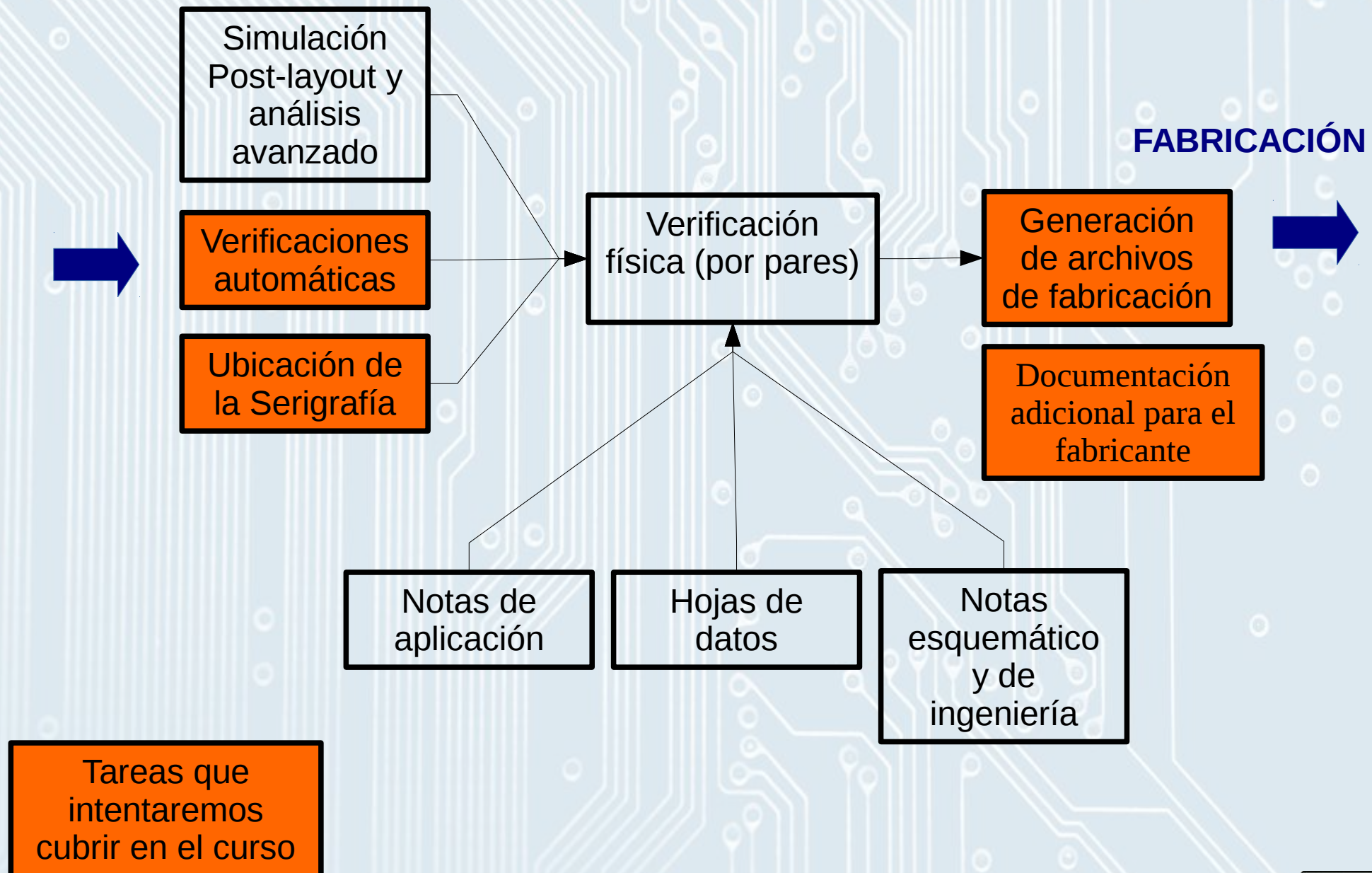
Luego que tenemos definido el circuito a realizar se debe ingresar el esquemático a un software EDA como primera etapa para luego diseñar físicamente el PCB.



Proceso de diseño de un PCB - Diseño físico



Proceso de diseño de un PCB - Verificaciones y fabricación



Contacto e imágenes utilizadas

Autor de esta presentación y contacto:
Diego Brengi - djavier@ieee.org



“Curso de diseño de circuitos impresos – Procedimientos generales”

Preparado para la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos del LSE-FIUBA (CESE)

Las imágenes de clipart se tomaron de: <https://openclipart.org/>

Carátula principal:

Foto titulada “Rigol DS1054Z Oscilloscope Teardown PCB” de Dave Jones bajo licencia CC-BY 2.0 disponible en <https://www.flickr.com/photos/eevblog/15354008908/in/dateposted/>

Fondo de la presentación:

Foto titulada “Electronic Circuit Board” de Creativity103 bajo licencia CC-BY 2.0 disponible en: https://www.flickr.com/photos/creative_stock/5227842611/

Los demás logos corresponden a proyectos de Software Libre u Open Source.

Esta guía aún no está completa y se encuentra en construcción. Las clases se complementan con notas de aplicación, bibliografía, guías temáticas y el trabajo realizado en clases sobre cada proyecto.

